COMPTE RENDU

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 13 NOVEMBRE 1854.

PRÉSIDENCE DE M. COMBES.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS
DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Sur la théorie des réfractions atmosphériques; par* M. Biot.

« Grâce à l'attention patiente que l'Académie a bien voulu m'accorder, je puis achever aujourd'hui d'expliquer ce mystère, en apparence si étrange, que les Tables de réfraction actuelles, calculées pour une atmosphère idéale, où les couches d'égale densité seraient sphériques et en équilibre, en quoi elle n'est pas physiquement assimilable à l'atmosphère réelle, donnent cependant des résultats vrais jusque vers 80 degrés de distance zénithale, ne devenant incertaines qu'aux approches de l'horizon. Après avoir reconnu, comme nous l'avons fait, les conditions spéciales sous lesquelles les réfractions s'opèrent, dans l'un et l'autre cas, la raison de l'accord et du désaccord, va se présenter avec une entière évidence.

» Dans ma communication précédente, j'ai spécifié les particularités d'intromission et de trajet d'un élément lumineux, qui, après avoir traversé l'atmosphère terrestre, arrive sous la distance zénithale apparente de 80 degrés à une station d'observation, suffisamment isolée, et élevée au-dessus du sol environnant, pour que la couche sphérique d'air, située à son niveau, ne se trouve pas comprise dans ce flux alternatif de courants ascendants et descendants qui sont occasionnellement produits par les différences locales

de la température, au contact immédiat de la terre ou de la mer. Cette couche de niveau devra alors être considérée comme la base actuelle de l'atmosphère supérieure, au moment où chaque trajectoire lumineuse la traverse. J'ai montré de plus que, dans les circonstances météorologiques auxquelles notre calcul s'applique, la portion de cette atmosphère parcourue par la trajectoire qui s'observe à 80 degrés de distance zénithale apparente, est comprise tout entière dans un secteur sphérique décrit autour de la verticale de l'observateur, avec une amplitude d'écart mesurée par un angle au centre de 2° 19′ 20″. C'est dans cette étroite portion de l'atmosphère totale que se passent les phénomènes de transmission que nous allons étudier. Le reste de la masse gazeuse n'y a aucune influence.

» Pour n'avoir à envisager que les conditions essentielles de leur accomplissement, je les dégage de leurs irrégularités accidentelles. Je choisis pour l'observation un temps serein et calme; non pas sans doute, que je veuille le supposer tel dans toute l'universalité de l'atmosphère, ce qui serait physiquement inadmissible. Je borne ces circonstances favorables au secteur atmosphérique restreint, qui entoure la verticale de notre station à une distance angulaire de 2° 19′ 20″, lequel comprend toute la trajectoire lumineuse que nous voulons suivre. Peu importe qu'il y ait ailleurs, au même instant, des pluies, des orages, ou des tempêtes, pourvu que l'effet ne s'en propage pas jusqu'à nous, pendant l'observation. J'isole cette trajectoire de toutes celles qui arrivent quelques secondes plus tôt, ou plus tard, dans la même direction, et je suis, dans sa marche rapide, l'élément lumineux qui la décrit. Comparativement à sa vitesse propre la portion de la masse gazeuse qu'il traverse est comme en repos; et les impressions qu'il en éprouve sont uniquement produites par l'état instantané où il la trouve, au moment de son passage.

» Pour caractériser avec précision les phases successives de sa marche, considérons un arc infiniment petit de la trajectoire lumineuse, et menons le rayon central qui y correspond. Ce sera la verticale d'un des points de la surface terrestre, sur lesquels notre secteur atmosphérique repose. Ainsi, quand l'élément lumineux y arrivera, il se trouvera au zénith de ce point. Or, dans tous les lieux, et à toutes les hauteurs où l'on a porté des instruments astronomiques, en les établissant dans les conditions d'observation que nous avons assignées, on constate que, sauf les cas de perturbations atmosphériques extrêmement violentes et toujours passagères, dont je fais ici abstraction, la réfraction est généralement nulle au zénith, et a des grandeurs égales dans tous les azimuts autour de ce point, même quand

on s'en écarte à de grandes distances angulaires, pourvu que l'on ne descende pas trop près de l'horizon où elles deviennent irrégulières. Si la petite amplitude de quelques minutes qu'elles atteignent, sous ces restrictions, pouvait être considérée comme un indice rigoureux, cette symétrie prouverait que la stratification des couches aériennes est généralement horizontale autour de chaque zénith. Mais, en restreignant la conséquence dans des limites proportionnées à la nature des données qui la fournissent, il résulte au moins de ce fait que, l'horizontalité a lieu, sinon rigoureusement, du moins très-approximativement au zénith même, sauf dans les cas de perturbations extraordinaires que j'ai exceptés. Ainsi, quand l'élément lumineux traversera les verticales successives des lieux situés sur sa route, la symétrie des réfractions qui s'y observent dans tous les azimuts, nous permettra d'admettre que la couche aérienne qu'il y rencontrera, se présentera à lui suivant une direction, exactement, ou à très-peu près, parallèle à l'horizon du lieu auquel chacune de ces verticales appartient.

» Cette conséquence se confirme et s'explique quand on examine la nature des causes mécaniques, par lesquelles les couches aériennes situées dans chaque verticale, pourraient être dérangées de l'horizontalité où les actions réunies de la gravité et de la force centrifuge tendent à les retenir. La principale consiste dans l'inégalité de température qui existe presque toujours entre l'air et les corps terrestres, avec lesquels il se trouve en contact immédiat. De là naissent des courants ascendants et descendants, entremêlés de remous intermédiaires, qui excluent toute régularité de stratification. Mais ces mouvements ne s'étendent qu'à de médiocres hauteurs, où ils sont éteints par les échanges mutuels des températures, qui ramènent bientôt les particules aériennes à un même état de poids spécifique, et les obligent à reprendre le mode de stratification horizontale que la gravité leur impose. Or, nous avons placé notre station d'observation au-dessus de l'épaisseur restreinte d'air, où se passent ces agitations désordonnées. En nous élevant un peu plus haut, dans les portions inférieures du secteur atmosphérique que notre trajectoire de 80 degrés traverse, nous pourrons rencontrer des masses d'air d'égale densité, qui seront mues en divers sens, suivant des directions de transport que la gravité tend sans cesse à rendre horizontales. Mais, en exceptant les cas où elles seraient poussées avec tant de violence, qu'elles rompraient convulsivement sur elles-mêmes comme une mer qu déferle, ainsi que cela arrive peut-être dans les Bora de Fiume, contrairement à la supposition d'un temps calme que j'ai admise, ce qu'on y devra concevoir de plus habituel, c'est qu'elles soient largement ondulantes comme les

longues houles de l'Océan loin des côtes. Ces mouvements qui se ressentent encore de la proximité de la surface terrestre, doivent s'affaiblir à mesure qu'on s'élève, et devenir insensibles, ou tout à fait nuls, dans les régions supérieures de l'atmosphère, que leur distance soustrait complétement aux impressions qui les produisent. Les choses étant ainsi, du centre commun de la Terre et de l'atmosphère menez une verticale quelconque. Les éléments des couches d'égale densité qui se trouveront sur sa route, lui seront tous perpendiculaires ou très-peu obliques. Car, dans les couches tranquilles la perpendicularité résultera de ce qu'elles seront horizontales; et, pour celles qui auraient un mouvement de transport régulier, la verticale leur sera encore exactement ou à très-peu près perpendiculaire, selon qu'elle les rencontrera aux sommets opposés, ou sur les penchants de leurs ondulations; et dans ce dernier cas même, leurs faibles obliquités, de sens divers à diverses hauteurs, équivaudront, en somme, à l'horizontalité. C'est ce résultat d'ensemble que manifestait la symétrie des réfractions opérées autour de chaque zénith. Mais la discussion précédente le rend plus assuré, en faisant voir comment il se produit.

» D'après cela, quand l'élément lumineux, poursuivra son trajet dans les circonstances régulières que nous avons spécifiées, les couches d'égale densité qu'il traversera successivement se présenteront toutes à lui, au point de rencontre, suivant des directions au moins très-approximativement perpendiculaires aux verticales locales, et qui se trouveront être exactement telles, en somme, si elles ne le sont individuellement. Laissant donc aux portions infiniment petites de ces couches dans lesquelles la réfraction s'est successivement opérée, leurs densités, leurs températures, les pressions qu'elles supportaient, et le mode de superposition qu'elles avaient entre elles, à l'instant du passage de l'élément lumineux, je les rassemble toutes par leurs prolongements dans une sphère complète, dont les couches d'égale densité, rigoureusement sphériques, seront assujetties dans tout leur contour, aux mêmes conditions physiques qui n'étaient que locales dans ses éléments générateurs. Cette sphère instantanée qui devra être constituée spécialement pour chaque trajectoire lumineuse, conformément aux conditions réelles de son parcours, sera évidemment un cas particulier de celles que les géomètres conçoivent spéculativement pour établir la théorie des réfractions atmosphériques. Mais, au lieu de se présenter à l'esprit avec le caractère contestable d'une hypothèse mathématique, elle sera seulement une construction auxiliaire légitimement permise, et complétement déduite de réalités, à laquelle, d'ailleurs, le calcul ne s'appliquera que sur la trajectoire même qui l'a fournie.

» Les géomètres assujettissent encore leurs atmosphères fictives à une autre condition. C'est que les densités y soient réparties dans le sens vertical, de manière que toute la masse gazeuse se trouve dans un état d'équilibre stable. Or, nous ne pouvons nous prévaloir, dans la nôtre, de cette disposition arbitraire, puisque la distribution des densités, des températures et des pressions, nous est donnée. Nous bornant donc toujours, comme je l'ai fait précédemment, à déterminer deux limites, entre lesquelles la réfraction soit comprise, il nous va falloir examiner, jusqu'à quel point cette condition d'équilibre pourra être violée dans notre secteur idéal; et dans quelle proportion, nos deux limites, calculées en la supposant satisfaite, pourront se trouver fautives. C'est à quoi je vais procéder.

» Les instruments météorologiques placés à la station d'observation, indiquent à chaque instant l'état physique de l'air en ce point central de la base de notre secteur atmosphérique. On y connaît donc sa température t_1, la pression p_1 qui s'y exerce, d'où l'on pourra conclure sa densité actuelle ρ_1 par les lois de la dilatabilité ou de la compressibilité des gaz, en tenant compte de la petite proportion de vapeur aqueuse qui s'y trouvera mêlée, et qui est indiquée par les épreuves hygrométriques. Des expériences très-précises faites par Arago et moi, d'après le désir et avec les conseils de Laplace, ont prouvé que, à force élastique égale, la vapeur d'eau, et l'air sec, exercent des forces réfrigérantes si approximativement pareilles, qu'on peut, dans le calcul des réfractions atmosphériques, substituer, sans erreur appréciable, aux molécules d'air humide, des molécules d'air sec exerçant la même pression, comme Laplace l'avait inféré d'une considération physique, qui rendait cette équivalence très-vraisemblable (1). En conséquence, ne voulant pas ici compliquer la question de particularités qu'il serait facile ensuite d'y introduire, et ayant surtout pour but d'exposer la raisonnement qui la résout, je supposerai, pour simplifier, que le secteur atmosphérique qui contient notre trajectoire lumineuse est entièrement composé d'air sec, auquel j'appliquerai les lois simples de compressibilité et de dilatabilité établies par Mariotte et Gay-Lussac, en remplaçant dans celle-ci le coefficient fautif 0,00375, par 0,00366 qui est sa valeur plus exacte, assignée par MM. Regnault et Magnus, quand la pression est maintenue constante et le volume laissé variable. Pour abréger je représenterai ce nombre par ε.

» Ceci admis, soit à la station d'observation, t_1 la température mesurée

(1) *Mémoires de la Classe des sciences physiques et mathématiques de l'Institut pour* 1807, 1er semestre, page 39.

au thermomètre centésimal, ρ_1 la densité de l'air rapportée à celle du mercure sous l'influence commune de la gravité locale g_1; h_1 la colonne de mercure ramenée à la température de 0°, qui est soutenue dans le baromètre par la pression p_1 qu'exerce l'atmosphère supérieure. Établissons idéalement autour de la verticale de l'observateur un cylindre très-mince, ayant pour base l'unité de surface, composé d'air ayant partout la densité ρ_1, et dont la longueur l soit telle, que toute sa masse étant sollicitée par la gravité g_1, qui a lieu au niveau de la station, y exerce la même pression p_1 que l'atmosphère réelle. La condition de cette égalité sera évidemment :

$$p_1 = g_1 \rho_1 l.$$

» Quand on connaît, par l'expérience, le rapport des densités de l'air sec, et du mercure sous l'influence d'une gravité commune et connue G, on déduit aisément l de cette relation (1). Par exemple, si l'on suppose la température t_1 égale à 0 degrés, et la pression p_1 mesurée par une colonne de mercure à cette même température, ayant $0^{m},76$ de longueur, les expériences faites à Paris par M. Regnault, sous l'action de la gravité $g_1 = G$ qui avait lieu dans le laboratoire où il a opéré, donneront pour ce cas d'application

$$l = 7990^{m},26,$$

et dans toute autre station où la gravité sera g_1, la température t_1, la longueur de la colonne barométrique g_1, on aura

$$l = 7990^{m},26 \frac{G}{g_1}(1 + \varepsilon t_1).$$

Cette quantité l revient sans cesse, dans la théorie des réfractions atmosphériques. Mais elle n'y entre jamais que divisée par le rayon a du sphéroïde terrestre, que Laplace suppose en moyenne contenir 6396198 mètres. En adoptant cette évaluation, où la recherche d'une rigueur locale serait

(1) Je dois supposer les éléments de ce calcul météorologique, connus du lecteur. Il les trouverait au besoin, exposés en détail, dans les Additions à la *Connaissance des temps* de 1839, pages 9 et suivantes. Seulement, au lieu du nombre 10462 que nous avions obtenu Arago et moi, comme exprimant le rapport des densités de l'air atmosphérique sec, et du mercure sous l'influence de la gravité G, il faudra substituer le nombre 10513,5 qui a été obtenu par M. Regnault sous l'influence de la même gravité, au moyen d'expériences plus exactes que les nôtres n'avaient pu l'être à l'époque où nous les avons faites.

inutile, on aura généralement à une latitude quelconque où la gravité sera g_1 et la température t_1 :

$$\frac{l}{a} = 0,0012551 \frac{G}{g_1}(1 + \varepsilon t_1);$$

la longueur h_1 de la colonne barométrique n'entre point dans l'évaluation de l.

» La base du secteur atmosphérique qui contient notre trajectoire ne s'étend que jusqu'à 2° 19′ 20″, au sud de la station d'observation que nous avons placée à l'Observatoire de Paris. Sur un arc si restreint, le rapport $\frac{G}{g_1}$ est à peine différent de 1, et les variations, si l'on voulait y avoir égard, ne modifieraient pas sensiblement le facteur numérique de $\frac{l}{a}$; mais nous devons nous attendre que la température t_1 et la colonne barométrique h_1 ne seront pas rigoureusement égales sur toute cette base, au même instant. Pour exagérer leur différence occasionnelle, supposons que la température, étant 0° à Paris, elle se trouve être ± 10° à l'origine australe de notre secteur, ce qui serait presque incompatible avec la condition d'un temps calme à la station de Paris. Alors, en donnant au coefficient ε sa valeur 0,00366, il en résultera

$$\frac{l}{a} = 0,0012551 \frac{G}{g_1} \pm 0,00004594 \frac{G}{g_1};$$

la fraction numérique $\frac{l}{a}$ restera donc encore très-petite, et moindre que $\frac{13}{1000}$ dans ces suppositions exagérées. Cette constante exiguïté de ses valeurs possibles nous sera tout à l'heure très-importante.

» Étudions maintenant la composition, non plus conventionnelle, mais réelle, du petit cylindre d'air élevé autour de la verticale de l'observateur, depuis sa station jusqu'à la limite extrême de notre atmosphère sphérique idéale. Si, à une distance quelconque r du centre de la terre, nous isolons par la pensée, dans ce cylindre, une tranche infiniment mince, dont la hauteur soit dr et la densité ρ, son poids sera $g_1 \frac{a^2}{r^2} \rho dr$, a étant la longueur du rayon r à la station d'observation, parce que l'action de la gravité décroît en raison du carré de la distance au centre commun de la Terre et de l'atmosphère ainsi formées. Nommons généralement p la pression qui a lieu dans cette atmosphère à la même distance r du centre. La tranche considérée

sera soulevée de bas en haut par la pression p, qui sera exercée sur sa surface inférieure; et, à sa surface supérieure, elle sera poussée de haut en bas par la pression $p + dp$, le signe $+$ affecté à la différentielle dp ne fixant rien autre chose, sinon que nous la considérons *analytiquement* comme positive, en même temps que dr. La pression p, qui tend à soulever la petite tranche d'air, sera donc combattue par son poids, jointe à la pression supérieure $p + dp$, c'est-à-dire par $g_1 \frac{a^2}{r^2} \rho\, dr + p + dp$. Retranchant des deux parts p, qui est commun, la petite tranche se trouvera, en définitive, poussée de haut en bas par la résultante $g_1 \frac{a^2}{r^2} \rho + dp$. Ainsi, pour qu'elle demeurât en équilibre à la distance r, où nous la supposons placée, il faudrait que cette résultante fût nulle, c'est-à-dire qu'on eût :

$$(1) \qquad dp = - g_1 \frac{a^2}{r^2} \rho\, dr;$$

et, pour que toutes les tranches pareilles, dont le cylindre se compose, fussent de même individuellement en équilibre à leur distance propre r, il faudrait que, depuis la station d'observation jusqu'au sommet de l'atmosphère, l'équation (1) eût généralement lieu entre les éléments variables p, ρ, r.

» Nous ne pouvons pas supposer à priori que cette condition d'équilibre se trouve naturellement remplie dans le cylindre d'air de notre atmosphère sphérique, construit avec les valeurs de p et de ρ, qui ont existé simultanément aux distances r, prises sur chacune des verticales de notre secteur, au moment où l'élément lumineux les a traversées. C'est pourquoi, désignant en général par $+ \delta p$, ce qu'il faudrait *analytiquement* ajouter au *dp réel*, pour que chaque tranche infiniment mince demeurât fixe à la distance r, avec sa densité actuelle ρ, je remplacerai l'équation (1) par son analogue ainsi corrigée, qui sera

$$(2) \qquad dp + \delta p = - g_1 \frac{a^2}{r^2} \rho\, dr;$$

dans celle-ci, δp devra être considérée comme une fonction de r, toujours très-petite de l'ordre dr, mais qui peut varier discontinûment, de manière à devenir au besoin, et par intermittences, positive, nulle ou négative. Il restera à chercher plus tard quelles peuvent être physiquement les valeurs de δp aux divers étages de notre cylindre d'air, et quelle influence leur ensemble peut avoir pour modifier la réfraction opérée par le secteur sphé-

rique dans lequel la trajectoire est comprise. En outre, on devra se rappeler, que, par convention, les dp de l'équation (2) sont ceux qui ont réellement lieu à chaque étage de l'atmosphère auxiliaire que nous avons construite avec les éléments des couches aériennes que notre trajectoire lumineuse a traversées; en sorte que leur somme équivaut à la pression p_1, qui s'exerce au niveau de la station d'observation, et qui est mesurée par la hauteur du mercure contenue dans le baromètre qu'on y a placé.

» Maintenant, je prie le lecteur de vouloir bien se reporter à mon Mémoire sur les réfractions atmosphériques inséré parmi les Additions à la *Connaissance des temps* pour l'année 1839, et dans lequel j'ai obtenu deux évaluations analytiques, l'une certainement trop faible, l'autre certainement trop forte de la réfraction, correspondante à une distance apparente quelconque θ_1, dans une atmosphère où les couches d'égale densité sont supposées sphériques et en équilibre. Dans notre étude actuelle, la sphéricité de ces couches est un résultat de construction, puisqu'elles ont été formées par cette condition même, d'après la série réelle des densités que l'élément lumineux avait rencontrée sur son passage, en décrivant la trajectoire isolée que nous considérons. Jusque-là toutes les formules établies dans le Mémoire cité sont applicables. Mais de plus, en le consultant aux pages 57 et 67, on y verra que pour obtenir les deux limites de la réfraction, il n'est nécessaire de recourir à l'équation (1) de l'équilibre que pour évaluer l'intégrale :

$$\int_a^{a+h} \frac{k\rho\, a\, dr}{r^2},$$

dans laquelle a désigne le rayon de la Terre à la station d'observation, ρ la densité à la distance r du centre, et k un coefficient qui dépend du pouvoir réfringent spécifique de l'air à cette même distance. Les indices annexés au signe d'intégration signifient, selon l'usage, que l'intégrale doit être effectuée pour toute la hauteur de l'atmosphère, depuis la valeur inférieure de r qui est a, jusqu'à la supérieure qui est $a+h$; de manière que si elle se trouve être exprimée analytiquement par $\varphi(r) +$ const., sa valeur définie sera $\varphi(a+h) - \varphi(a)$.

» Dans la généralité du problème des réfractions, k doit être considéré comme une fonction variable de r. Car, indépendamment de l'humidité dont nous avons fait abstraction, il changerait avec la hauteur si l'air atmosphérique avait une composition chimique différente à des hauteurs diverses. Mais, comme les expériences faites jusqu'ici s'accordent à montrer qu'elle est partout la même, sauf de très-petites différences locales

et accidentelles, qui très-probablement ne se produisent que dans le voisinage immédiat de la surface terrestre, par l'effet des émanations gazeuses qui en sortent, et des modifications chimiques occasionnées par l'action de l'homme, je ferai abstraction de ces particularités propres aux couches d'air tout à fait inférieures, et je traiterai le coefficient k comme constant. Le faisant donc sortir, à ce titre, de dessous le signe $\int$, l'intégrale à évaluer sera simplement

$$k\int_a^{a+h}\frac{\rho\, a\, dr}{r^2}.$$

» Or, un procédé bien simple va faire voir *pourquoi* cette somme se conclut immédiatement de la condition d'équilibre, quand elle existe, et *pourquoi* on ne peut l'obtenir sans y avoir recours, à moins que des considérations particulières au problème que l'on traite, n'autorisent à s'en dispenser.

» A cet effet, je donne à l'intégrale demandée la forme équivalente $\frac{k}{g_1 a}\int_a^{a+h}\frac{g_1 a^2\rho\, dr}{r^2}$, qui, en remplaçant g_1 hors du signe $\int$ par sa valeur tirée de la relation $p_1 = \rho_1 g_1 l$, devient

$$\frac{l}{a}k\rho_1 . \frac{1}{p_1}\int_a^{a+h}\frac{g_1 a^2 \rho\, dr}{r^2};$$

maintenant, la quantité qui se trouve sous le signe d'intégration représente le poids de la petite couche aérienne située à la distance r du centre, ayant pour densité ρ, pour hauteur dr, et pour base l'unité de surface. Ainsi, la somme qu'il s'agit d'effectuer est celle de tous ces poids élémentaires contenus dans la colonne verticale qui s'étend depuis la station d'observation, jusqu'au sommet de l'atmosphère. Quand la masse gazeuse est en équilibre, cette sommation est facile. Car alors, chacun de ces poids équivaut à l'incrément $-dp$ de la pression à la distance r; et leur somme prise depuis $r = a$ jusqu'à $r = a + h$ est représentée par la pression totale p_1; de sorte que l'intégrale demandée multipliée par ses facteurs extérieurs, est :

$$+\frac{l}{a}k\rho_1 . \frac{p_1}{p_1} \quad \text{ou simplement} \quad +\frac{l}{a}k\rho_1 .$$

Pour apprécier l'importance numérique de ce produit, je prends les données suivantes qui ont été adoptées par Ivory, comme base de ses Tables de

réfraction,

$$\frac{l}{a} = 0{,}0012940, \quad k\rho_1 = 0{,}0001418304;$$

cela suppose qu'à la station d'observation la température $t_1 = +10$ degrés centésimaux, et la pression $p_1 = 0^{\text{m}},762$.

» L'extrême petitesse de ces nombres fait que leur produit, converti en secondes sexagésimales de degré, vaut seulement 0″,037846. Il entre avec cette faible valeur dans l'expression des deux limites de la réfraction, propres à chaque distance zénithale apparente θ_1; mais son influence s'y agrandit rapidement à mesure que θ_1 augmente. Toutefois, quand θ_1 est égal à 80 degrés, le terme le plus fort qui en provient s'élève seulement à 13″,815. De sorte que ce sera là son maximum d'effet pour les trajectoires les plus basses que je veuille ici considérer.

» Dans notre recherche actuelle, nous ne pouvons pas prétendre que les éléments de couches sphériques, pris sur les diverses verticales de l'atmosphère réelle aux points où la trajectoire lumineuse les a traversées, composeront un système gazeux nécessairement stable, quand elles seront superposées dans le même ordre, avec leurs conditions physiques propres, pour former l'atmosphère sphérique dans laquelle nous les assemblons. Or un tel système étant donné, quand chaque petite couche de l'épaisseur dr, n'est pas individuellement équilibrée par l'incrément de la pression à la hauteur où elle se trouve, la pression p_1 que supporte la couche d'air inférieure située au niveau de la station d'observation, et que le baromètre indique, n'est plus seulement produite par la somme de leurs poids. Elle représente cette somme accrue par la résultante de toutes les forces étrangères à la pesanteur, qui agissent aux divers étages de la colonne aérienne pour soulever ou abaisser chaque couche élémentaire dans le sens vertical. Aussi notre équation corrigée (2), donne-t-elle, pour ce cas :

$$\frac{g_1 a^2 \rho\, dr}{r^2} = -dp - \delta p;$$

d'où l'on déduit

$$(3) \qquad \frac{l}{a} k\rho_1 \frac{1}{p_1} \int_a^{a+h} \frac{g_1 a^2 \rho\, dr}{r^2} = -\frac{l}{a} k\rho_1 \frac{1}{p_1} \int_{p_1}^{0} dp - \frac{l}{a} k\rho_1 \frac{1}{p_1} \int_{p_1}^{0} \delta p.$$

Le premier terme du second membre a pour éléments les *dp réels*, qui, pris en somme, composent la pression totale p_1, manifestée par le baromètre à la station d'observation. L'intégrale de ce premier terme, effectuée

depuis la base de l'atmosphère sur sa limite supérieure sera donc o $- p_1$ ou $- p_1$, laquelle étant affectée extérieurement du signe $-$ donnera pour résultat $+ p_1$, comme précédemment. On aura ainsi en définitive :

$$(3)\qquad \frac{l}{a} k\rho_1 \cdot \frac{1}{p_1}\int_a^{a+h} \frac{g_1 a^2 \rho\, dr}{r^2} = + \frac{l}{a} k\rho_1 - \frac{l}{a} k\rho_1 \cdot \frac{1}{p_1}\int_{p_1}^{0} \delta p.$$

Pour avoir la valeur complète du premier membre qui est l'objet spécial de notre recherche, il reste à évaluer la somme des δp, qui nous sont individuellement inconnus.

» Or, sans connaître leurs valeurs ni même leurs signes propres, la notion que nous avons de leur provenance physique suffit pour leur assigner plusieurs caractères qui nous feront apprécier avec une suffisante approximation, quel peut être l'ordre de grandeur de leur ensemble. D'abord, la surface supérieure de l'atmosphère δp sera nulle, puisque la pression est nulle dans toute cette surface. Il est aussi physiquement présumable que les valeurs individuelles de δp devront être très-faibles dans les couches aériennes très-élevées. Car les accidents météorologiques, dont l'effet pour troubler la stratification de la masse atmosphérique est le plus manifeste, sont presque toujours excités par des causes physiquement appréciables : par exemple, l'action calorifique du Soleil immédiatement exercée, en proportion prédominante, sur certaines parties de la surface de la Terre ou de la mer ; un développement local exagéré de la vapeur aqueuse, ou sa précipitation soudaine et pareillement locale sous forme de pluie, de neige, de glace; à quoi se joignent des dégagements et des recompositions d'électricité qui déterminent des expansions ou des vides partiels dans les points où ils s'opèrent. Or, tous ces phénomènes perturbateurs doivent cesser de se produire, ou devenir au moins très-faibles et très-rares, dans la portion de l'atmosphère qui, étant soustraite par sa distance aux perturbations calorifiques engendrées par le contact immédiat de la surface terrestre, est en outre préservée contre la cause la plus puissante d'agitation, par cette circonstance que la vapeur d'eau n'y existe plus en quantité sensible, ce qui a lieu vers 9000 ou 10000 mètres de hauteur. De là, jusqu'au terme supérieur de l'atmosphère, on ne voit aucune raison physique ou mécanique qui puisse empêcher les couches aériennes de s'être disposées à la longue dans un état de stratification permanent, conforme aux conditions d'équilibre relatif que la gravité leur impose : ou, si des causes qui nous sont inconnues peuvent produire en quelques-uns de leurs points des dérangements accidentels, ils doivent être par cela même très-faibles, peu durables, et de sens occasionnellement

contraires à diverses hauteurs, sur chaque verticale, à un même instant. Je conclus de ces considérations, que, dans toute cette étendue supérieure à 9000 ou 10000 mètres, les valeurs du terme correctif δp, qui exprime les écarts de l'état réel autour de l'équilibre, doivent, si elles ne sont pas nulles, être extrêmement petites, et de nature à se compenser en partie mutuellement sur les divers points d'une même verticale. Or, comme nous l'avons prouvé, la trajectoire lumineuse qui arrive sous la distance zénithale apparente de 80 degrés, à la station d'observation, telle que nous l'avons placée et isolée du sol terrestre, accomplit la plus grande partie de son cours dans cette région élevée; de sorte que, tant qu'elle y reste comprise, l'équation de l'équilibre peut, en somme, lui être légitimement appliquée, surtout quand on l'emploie seulement, comme je l'ai fait, pour évaluer, dans l'expression totale de la réfraction, un terme très-petit, auquel les faibles dérangements, tout au plus supposables, dans l'équilibre de la masse gazeuse à de grandes hauteurs, ne pourraient apporter que des modifications bien plus petites encore, qui, par cela même, deviendraient inappréciables à l'observation.

» Suivons maintenant notre trajectoire quand elle commence à entrer dans les couches d'air plus basses que 10000 mètres. Alors elle n'est plus séparée de la verticale de l'observateur que par un angle au centre de 30'; et lorsque cet angle est réduit à 15', elle se trouve encore à plus de 4900 mètres au-dessus de son niveau, par conséquent bien plus haut que le domaine habituel des nuages. Il me suffit donc, pour assurer ce reste de sa marche, d'avoir spécifié que l'observation est faite par un temps calme et serein. Car s'il est tel à la station, les couches aériennes comprises dans une amplitude de 15' autour du zénith seront calmes, et leur stratification, toujours très-approximativement horizontale, ne pourra déroger que très-peu aux lois de l'équilibre, en des sens divers Ainsi dans cette dernière portion même, la plus ordinairement exposée au trouble, les valeurs individuelles du terme correctif δp seront encore très-restreintes, et de nature à se compenser en partie dans leur somme totale.

» Il résulte de cette discussion que, dans les circonstances d'observation que nous avons spécifiées, l'intégrale $\int_{p_1}^{0} \frac{\delta p}{p_1}$, sera par elle-même une très-petite fraction de l'unité. Or, elle n'entre dans le second membre de l'équation (3) que multipliée par le facteur $\frac{l}{a} k \rho_1$ lequel est déjà si faible, qu'il influe pour moins de 14″ dans l'évaluation des deux limites de la réfraction,

à la distance zénithale apparente de 80 degrés. Donc, à cette distance du zénith, le terme correctif $\frac{l}{a} k \rho_1 \int \frac{\delta p}{p_1}$, ne pourra donner que des fractions excessivement faibles ou insensibles de ces mêmes quantités. Par conséquent, dans ces circonstances et dans ces limites d'application, les réfractions calculées par les géomètres, sur l'hypothèse d'une atmosphère sphérique en équilibre, doivent se trouver, comme elles se trouvent en effet, très-approximativement conformes aux réfractions réelles, parce que la condition de sphéricité peut être remplie rigoureusement par construction pour chaque trajectoire isolément considérée, et que ce qui peut manquer alors à la condition d'équilibre ne pourrait produire, à cette distance du zénith, que des effets très-petits, le plus souvent insensibles, toujours accidentels, et de nature à se compenser en grande partie par opposition.

» Quoiqu'il puisse paraître inutile de matérialiser la démonstration précédente par des preuves numériques, j'en rapporterai une qui sera fondée sur la supposition la plus démesurément exagérée que l'on puisse imaginer pour la trouver en défaut. J'admettrai, en premier lieu, que, depuis le sommet de l'atmosphère jusqu'à la station d'observation, la valeur du terme correctif δp, est, dans chaque couche infiniment mince, $\frac{1}{10}$ de dp. C'est-à-dire que si deux couches sphériques de notre atmosphère instantanée se trouvent, en réalité, soumises à des pressions différentes entre elles de 10 centimètres de mercure, il faudrait, pour les ramener à l'équilibre, réduire cette différence à 9 centimètres, ou la porter à 11 : ce qui semble incompatible avec la condition que j'ai posée, que le temps soit calme et serein à la station d'observation. J'admettrai en outre, contre toute vraisemblance physique, que, dans l'épaisseur entière d'air traversée par la trajectoire lumineuse, ces corrections se trouveront être toutes de même signe, soit positives, soit négatives, sans aucune compensation. Alors l'intégrale $\int \frac{\delta p}{p_1}$, prise depuis le sommet de l'atmosphère jusqu'à l'observateur, sera $\pm \frac{1}{10}$: et comme ce $\frac{1}{10}$ doit être multiplié par $\frac{l}{a} k \rho_1$, il en résulterait une correction moindre que $\pm 1'',4$, dans l'évaluation des deux limites de sa réfraction à 80 degrés de distance zénithale apparente. Or, si toutes les exagérations que je viens d'accumuler, la donnent encore si petite, à quel point ne devra-t-elle pas se trouver atténuée et rendue insensible, dans les conditions réelles dont nous avons reconnu plus haut les particularités !

» Tel est le dénoûment du paradoxe que j'ai signalé en commençant ces communications. Les réfractions calculées par les géomètres, dans l'hypothèse d'une atmosphère sphérique en équilibre, s'accordent avec les réfractions réelles jusque vers 80 degrés de distance zénithale, en vertu de deux causes maintenant évidentes : d'abord, parce que la condition de sphéricité n'entre dans le calcul qu'à titre de construction géométrique, légitimement applicable à chaque trajectoire lumineuse considérée isolément ; puis, parce que la condition d'équilibre n'y est employée que pour évaluer un terme des formules qui, ayant une valeur très-petite quand cette condition se trouve remplie en toute rigueur, ne peut éprouver que des modifications insensibles ou à peine sensibles, par les dérangements accidentels qui peuvent physiquement se produire dans le secteur atmosphérique peu écarté de la verticale de l'observateur, où sont comprises toutes les trajectoires qui lui arrivent depuis le zénith jusqu'à la distance apparente de 80 degrés. Cette dernière considération ne peut plus être appliquée aux trajectoires qui arrivent à l'observateur très-près de l'horizon, à cause de la grande amplitude du secteur atmosphérique où elles s'accomplissent, et des perturbations énormes, impossibles à prévoir, qu'elles doivent généralement éprouver, en rampant longtemps, près de la surface terrestre, dans les dernières portions de leur cours. Ces deux cas, l'un de certitude que la science géométrique peut atteindre, l'autre d'incertitude où elle est réduite par les nécessités physiques, doivent, à son honneur, être soigneusement distingués. Jusque vers 80 degrés de distance zénithale, les Tables de réfractions théoriquement calculées par Laplace peuvent être employées avec sûreté, dans tous les climats, dans toutes les saisons, à toutes les hauteurs, quand l'observateur prendra soin de se placer dans les conditions pour lesquelles on les a établies. Elles donneront toujours, et partout, des résultats pareils, également vrais. Plus près de l'horizon, au contraire, on n'en peut espérer que des moyennes locales, qui pourront différer sensiblement d'une station à une autre, et probablement aussi dans les divers azimuts autour d'une même station.

» Les considérations que je viens d'exposer justifient, au point de vue physique, une expression approximative de la réfraction jusque vers 80 degrés de distance zénithale, dans toute atmosphère sphérique et en équilibre, que Laplace a donnée le premier, dans le tome V de la *Mécanique céleste* (1) ; et elles expliquent la conformité de ses indicateurs avec les réfrac-

---

(1) *Mécanique céleste*, tome I, page 268, 1re édition, 1805. D'après cette formule, en

tions réelles. Cette expression s'obtient par un développement en série, qui est analytiquement irréprochable dans les bornes d'application que Laplace lui assigne, comme Ivory s'est plu à le reconnaître, en le mentionnant dans son beau travail sur les réfractions inséré aux *Transactions philosophiques* de 1823 (1). Mais ce savant géomètre paraît n'avoir pas vu pourquoi cette formule, fondée sur deux hypothèses mathématiques qui ne sont jamais complétement réalisées dans notre atmosphère, peut néanmoins donner, et donne effectivement des résultats concordants avec l'observation, quand on ne dépasse point les limites qui lui sont propres. Car, faute de s'en être rendu compte, il apprécie mal, à mon avis, sa justesse physique, laquelle est assurée par les deux causes que j'ai tout à l'heure signalées. En effet, la condition de sphéricité y est rendue légitime par son application isolée à chaque trajectoire lumineuse; et ensuite la condition d'équilibre n'y est employée que pour évaluer ce même terme très-petit, qui ne peut pas être sensiblement modifié par les accidents physiques, dans l'amplitude desdistances zénithales, auxquelles l'application astronomique est bornée. Ainsi envisagée, cette formule de Laplace ne prête à aucune objection.

» En résumé : des deux conceptions abstraites sur lesquelles la théorie actuelle des réfractions atmosphériques repose, l'une, la sphéricité, n'est point hypothétique, quand on sait voir l'individualité de son application. L'autre, la condition d'équilibre, l'est toujours en fait; mais, depuis le zénith jusque vers 80 degrés de distance zénithale, son emploi est justifié par les restrictions qu'on lui donne, et le peu qu'on lui emprunte. Voilà les deux principes que j'ai voulu mettre en évidence. En le faisant, je crois avoir suffisamment soustrait cette théorie aux charges que l'on a récemment élevées contre elle dans cette Académie, et aux perfectionnements dangereux que l'on avait prétendu y apporter. Telle qu'elle est, elle donne des valeurs exactes dans tous les cas où le phénomène est régulier; et elle fournit des moyennes très-approchées, lorsqu'il est rendu irrégulier par des influences lointaines dont les caprices, la notion même, échappent à toute prévision. Les grands géomètres qui l'ont établie ne nous ont laissé rien à y faire, au point de vue analytique, si ce n'est peut-être de former des

---

faisant : $\alpha = \frac{2\pi\rho_1}{1+4\rho_1}$, la réfraction à la distance zénithale θ_1 qui n'excède pas 80 degrés, est :

$$R = \alpha\left(1 + \frac{3}{2}\alpha - \frac{l}{a}\right)\tang\theta_1 - \alpha\left(\frac{l}{a} - \frac{1}{2}\alpha\right)\tang^3\theta.$$

(1) *Philosophical Transactions*, 1823, part. II, pages 430 et 431.

limites de la réfraction à toute distance zénithale, qui seraient complétement indépendantes de la condition d'équilibre; et d'y introduire plus rigoureusement la diminution progressive de l'humidité dans le sens vertical, ce qui ne pourrait amener dans leurs résultats que des modifications excessivement faibles. Mais, dans la partie physique du problème, ils nous ont donné beaucoup de choses à rechercher. Depuis eux, la mesure des éléments météorologiques a été rendue plus précise, et leur détermination moins incertaine. La pratique des ascensions aérostatiques devenue plus familière, nous fournit, pour explorer la constitution de l'atmosphère des moyens qui, de leur temps, n'ont pu être que très-rarement employés. Avec tous ces secours nous pouvons utilement travailler à améliorer les données physiques de leurs calculs, pourvu que nous en comprenions assez l'esprit, pour bien connaître ce qu'ils exigent. Dans une dernière communication j'essayerai de rassembler quelques vues sur ce sujet, m'efforçant au moins d'appeler le concours des expérimentateurs de cette grande voie de recherches, où je ne puis plus marcher avec eux. »

ASTRONOMIE. — **M. Le Verrier** *communique une Note de* M. Yvon Villarceau *sur un équatorial récemment établi à l'Observatoire de Paris, et présente lui-même à ce sujet les remarques suivantes :*

« Nous nous proposons un double but : 1° de renseigner les astronomes sur les observations des nouvelles planètes présentées à l'Académie dans une de ses dernières séances; 2° de montrer aux personnes qui voudraient prendre part aux découvertes d'astres nouveaux, si fréquentes aujourd'hui dans les observatoires particuliers des pays étrangers, qu'il n'est pas nécessaire de consacrer des sommes considérables à l'achat et à l'établissement de puissants instruments de recherches, et qu'à l'aide d'instruments établis à peu de frais on peut même fournir aux astronomes des observations dont la précision soit comparable à celle des observations équatoriales obtenues dans la plupart des observatoires.

» L'instrument sur lequel nous appelons l'attention de l'Académie n'avait point été primitivement projeté pour servir à des déterminations d'une exactitude rigoureuse, mais uniquement pour faciliter la recherche de nouveaux astres et l'étude physique du ciel. Un instrument complet aurait entraîné des dépenses considérables de construction et d'installation, et se serait fait attendre fort longtemps; il aurait d'ailleurs à peu près fait double emploi avec le grand équatorial dont l'établissement a été décidé il y

a huit années environ. Notre nouvel équatorial, au contraire, n'a coûté qu'une somme d'argent assez faible (6000 francs, objectif non compris), et a été construit et mis en place par M. Secretan en moins de trois mois. L'Observatoire a consacré à cet instrument un assez mauvais objectif de 9 pouces, dont le verre est de qualité très-inférieure; mais ses dimensions permettant d'admettre beaucoup de lumière, la possibilité de voir et même d'observer de petites planètes inobservables à nos cercles muraux compense et au delà le défaut de pureté parfaite des images.

» La prompte réalisation du plan que nous avons adopté pour la recherche des petites planètes ne nous permettait pas d'attendre que la construction du grand équatorial fût terminée : et d'ailleurs c'eût été détourner cet instrument de sa destination. Quant à l'équatorial de Gambey, quelles que soient les belles qualités qui le distinguent au point de vue de la stabilité et de la perfection du travail, la lunette n'a que 4 pouces de diamètre à l'objectif et 4 pieds de longueur focale. Or, bien qu'il ait été possible à M. Goldschmidt de découvrir deux planètes en se servant d'une lunette beaucoup plus faible, il s'en faut pourtant que ces astres soient avantageusement observables avec l'équatorial de Gambey. Il ne suffit pas, en effet, de voir une planète pour en déterminer la position, il faut encore pouvoir distinguer les fils tendus au foyer de l'objectif : de là la nécessité d'introduire de la lumière dans le champ de la lunette ; or il arrive qu'avec de faibles instruments l'éclairage du champ suffit pour rendre l'astre invisible.

» Non-seulement cet inconvénient se rencontre dans l'équatorial de Gambey, mais il se présente encore dans les observations méridiennes de la plupart des nouvelles petites planètes que l'on tente de faire au cercle mural de Gambey, qui est cependant muni d'une lunette de 2 mètres de distance focale et de près de 5 pouces de diamètre.

» Un tel état de choses, si nous n'avions pris le parti de le changer, eût eu pour nous cette singulière conséquence, que nous eussions dû nous résigner à abandonner à d'autres le soin d'observer les planètes découvertes à l'Observatoire. A cet égard nous sommes heureux d'annoncer que notre nouvel instrument, que nous ne comptions pas d'abord pouvoir utiliser dans la détermination de la position des astres, nous a permis cependant d'obtenir des déclinaisons assez exactes, grâce à l'application d'un procédé très-simple proposé par M. Airy, pour fixer la lunette en déclinaison. Une tringle de bois fixée au moyen de vis, d'une part au tube de la lunette du côté de l'oculaire, et d'autre part aux pièces de bois qui constituent l'axe polaire, suffit pour donner à la lunette une assez grande fixité dans le sens

des déclinaisons. Nous avions à nous préoccuper un peu moins des ascensions droites, attendu qu'il n'a pas été tout à fait impossible d'observer les petites planètes à la lunette méridienne; néanmoins, dans l'état moins satisfaisant où se trouve l'instrument de M. Secretan, à l'égard des différences d'ascension droite, nous avons fait des observations de passage dont les moyennes peuvent être utilement employées; et il nous suffira, je l'espère, de l'addition d'une autre tringle destinée à fixer la lunette dans le sens des ascensions droites, pour obtenir avec le nouvel instrument des positions de planètes et de comètes jouissant d'une exactitude très-satisfaisante.

» Si l'Académie veut bien se rappeler que notre but était d'arriver en très-peu de temps à nous procurer des moyens d'observation qui nous faisaient défaut, elle ne s'étonnera pas de voir un établissement public recourir à des procédés qu'on ne suivrait sans doute pas s'il s'agissait de fonder un observatoire national, et que l'on pût disposer du temps et des ressources financières sans lesquels il est impossible d'obtenir une œuvre d'art. L'Académie apprendra avec satisfaction, je l'espère, que les moyens qui nous ont réussi peuvent aussi réussir entre les mains de personnes amies de la science, et qui, retenues sans doute par la crainte de s'engager dans des dépenses énormes, n'ont fait en notre pays aucune tentative pour concourir aux progrès de l'astronomie d'observation. Nous ne pouvons croire, en effet, que la France, qui a donné naissance à tant d'illustrations scientifiques, et au sein de laquelle tant d'efforts se sont produits pour la vulgarisation des sciences en général et de l'astronomie en particulier, reste indifférente aux progrès de l'astronomie, et puisse se contenter d'apprendre que telle ou telle découverte vient d'être faite dans l'un des nombreux observatoires particuliers de l'Angleterre et même de l'Allemagne, sans chercher à prendre part, elle aussi, à ces découvertes.

» Puisque nous venons de parler des observatoires particuliers établis à l'étranger, nous devons rappeler que c'est dans ces observatoires qu'ont été découvertes la plupart des nouvelles petites planètes, un satellite de Neptune, un satellite de Saturne, la transparence de l'anneau obscur de cette dernière planète, etc.

» Nous serions heureux d'apprendre qu'éclairées par notre exemple, quelques personnes se décidassent, à fonder des observatoires, et à entreprendre des recherches qui nous permissent de lutter avantageusement avec les pays étrangers. Le Directeur de l'Observatoire impérial s'empressera de leur venir en aide.

» Il nous reste à décrire l'instrument, et à apprécier son exactitude, ce que nous ferons en donnant un extrait de la Note de M. Yvon Villarceau, qui avait été chargé de ce travail.

» Le nouvel équatorial, dont le but était d'utiliser un objectif de $0^m,24$ de diamètre et de $3^m,48$ de distance focale, a été établi au sud-ouest de la terrasse de l'Observatoire et au niveau de cette terrasse. Il repose en partie sur la voûte d'une espèce de serre. Le tourillon inférieur de l'axe horaire est porté sur un châssis quadrangulaire en bois de sapin noyé dans de la maçonnerie à sa partie inférieure. Le tourillon supérieur repose sur l'extrémité d'un assemblage triangulaire en bois, dont la base est aussi engagée dans une maçonnerie élevée d'environ 3 mètres au-dessus du sol.

» L'axe horaire est représenté par un système de six pièces de bois d'à peu près 4 mètres de longueur, dont les extrémités sont engagées dans deux armatures en fonte, au centre desquelles sont fixés des axes concentriques terminés par des tourillons; l'axe inférieur porte le cercle horaire.

» Deux des six pièces de bois dont il vient d'être parlé sont coupées vers leur milieu, et reliées entre elles et aux quatre autres par deux armatures en fonte, au centre desquelles sont adaptées les boîtes de l'axe de déclinaison. Cette disposition n'a permis de donner que $0^m,6$ de longueur à cet axe; mais elle a l'avantage de n'exiger aucun contre-poids, puisque le plan de rotation de la lunette qui est fixée au milieu de l'axe de déclinaison, coïncide de très-près avec l'axe horaire.

» La lunette, étant d'ailleurs en équilibre autour du premier de ces axes est fixée dans une direction donnée en déclinaison, au moyen d'une tringle de bois dont les extrémités traversent des douilles à simple articulation adaptées l'une sur la lunette du côté de l'oculaire, l'autre sur l'une des pièces de bois qui forment l'axe horaire.

» Sur l'un des côtés de la lunette et près de l'oculaire est fixé un petit cercle de $0^m,16$ de diamètre, dont les verniers donnent la minute et qui est muni d'un niveau à bulle d'air. Cet appareil, entièrement semblable aux cercles chercheurs des lunettes méridiennes, sert à caler l'instrument en déclinaison : il est seulement nécessaire, pour cet objet, d'amener préalablement la lunette dans le plan du méridien. L'instrument se cale en ascension droite au moyen d'un fort collier à vis qui embrasse l'axe horaire près du cercle horaire, et est d'ailleurs fixé à l'extrémité d'un fort levier en bois assujetti à ne faire que de très-petits mouvements de rappel. Le cercle horaire, qui sert à amener l'instrument dans une position donnée, a un diamètre

de $0^m,46$; il est muni de deux verniers donnant chacun les deux secondes de temps directement....

» Le mode actuel de fixation de l'instrument en ascension droite et la disposition des pièces de l'axe horaire ne permettant pas d'obtenir une grande stabilité en ascension droite, on évite de toucher l'instrument pendant l'observation des différences d'ascension droite, et l'on procède séparément aux mesures des différences de déclinaison.

» L'équatorial que nous venons de décrire sommairement est contenu dans un petit pavillon construit en bois. Le toit tournant qui recouvre ce pavillon est également en bois garni extérieurement de papier métallique. Ce toit est porté sur des boulets interposés dans deux rainures appartenant à un même tore circulaire.

» Le pourtour du toit est garni intérieurement à sa base d'un grand nombre de chevilles, et un long levier est fixé, vers les trois quarts de sa longueur, à l'un des montants de bois de la partie inférieure de l'édifice. En agissant sur une double poignée, dont l'extrémité inférieure de ce levier est munie, on pousse les chevilles horizontalement, et l'on communique au toit un mouvement de rotation dans un sens ou dans le sens opposé. Une large fente, munie de volets, est ouverte dans le toit tournant, depuis l'horizon jusqu'à un peu au delà du zénith.

» Nous envisagerons la stabilité d'un équatorial à deux points de vue : nous distinguerons les changements qui se manifestent après un temps plus ou moins long dans les positions absolues ou relatives des pièces principales de l'instrument, et les changements qui se produisent pendant la durée ordinairement assez courte des observations. Les premiers affectent la situation des axes polaires et de déclinaison, la collimation de l'axe optique et les index des cercles horaire et de déclinaison ; les seconds affectent seulement la position absolue de la lunette.

» *De la stabilité des axes et des index.* — L'intelligence de ce qui va suivre exige que nous définissions les positions *directe* et *inverse* de l'instrument. Concevons la lunette placée d'abord dans le plan du méridien pour le calage en déclinaison, le petit cercle de déclinaison à l'ouest (ce qui serait la droite de l'observateur, si la lunette était dirigée au sud), puis l'instrument calé en ascension droite, la lecture de l'angle horaire étant faite à l'index de l'ouest; l'instrument sera dans la position *directe*. Si l'on suppose le calage en déclinaison obtenu toujours dans le plan du méridien, mais le cercle de déclinaison étant à l'est, il est clair que la position des tourillons de l'axe de déclinaison sera renversée; si d'ailleurs on amène la

lunette dans le même plan horaire que précédemment, on aura la position *inverse :* dans cette position, l'angle horaire lu au vernier de l'ouest, différera du premier de 12^h. (On rétablit le véritable angle horaire en faisant la lecture au vernier de l'est.)

» Les lectures du cercle de déclinaison dans la position *directe* vont en croissant avec les distances au pôle nord, comptées dans le sens de ce pôle au zénith.

» Ceci posé, voici comment se détermine l'erreur de hauteur de l'axe horaire. Le calage en déclinaison étant toujours pris dans le plan du méridien, soient : l la lecture du cercle de déclinaison relative à une distance polaire apparente Δ dans la position *directe;* λ la lecture que l'on obtient après avoir fait faire une demi-révolution à l'axe horaire, et ramené la bulle du niveau dans les repères, mais en laissant la lunette dans la position relative à cet axe, qui a fourni la lecture l; L' la colatitude $= 41^\circ 9', 8$ à Paris; ξ l'abaissement de l'axe horaire au-dessous du pôle du lieu.

» L'angle ξ s'obtient sans recourir aux observations astronomiques, et l'on a

$$(1) \qquad \xi = \frac{1}{2}(\lambda - l) - L'.$$

» Après avoir rectifié approximativement l'instrument, dans la journée du 29 septembre, nous avons placé la lunette par une distance polaire arbitraire et fait des lectures l et λ qui nous ont donné, par la formule (1),

$$\xi = +0', 1.$$

» Voici trois valeurs de ξ obtenues le 4 novembre :

$$+0',95, \qquad +0',82, \qquad +0',92.$$

» En rapprochant ces résultats de celui obtenu le 29 septembre, on constate qu'en 36 jours, l'axe horaire s'est abaissé d'un peu moins de 0',8. Antérieurement au 29 septembre, on avait constaté un mouvement très-prononcé dans le même sens; le déplacement survenu depuis, beaucoup moins rapide que le premier, paraît en être la suite; peut-être s'arrêtera-t-il là. Ces mouvements sont dus à des tassements dans le sol, qui n'ont rien de surprenant, si l'on se rappelle qu'il n'a été fait, pour ainsi dire, aucun travail de fondation. Un déplacement moindre que 1 minute, produit dans un intervalle de 36 jours où sont survenues d'abondantes pluies, doit plutôt nous rassurer que nous inspirer des craintes sur l'avenir de notre nouvel équatorial.

» Nous ne mentionnons pas ici les résultats relatifs à la flexion de la

lunette et à l'erreur de l'index du cercle de déclinaison, ces résultats n'offrant qu'un faible intérêt.

» Les autres erreurs instrumentales d'un équatorial peuvent être rattachées à la théorie de la lunette méridienne d'une manière fort simple.

» Quand on emploie les coordonnées équatoriales, la formule de réduction des observations faites à la lunette méridienne est

$$(2) \qquad Æ = t - a + m \pm \frac{1}{\cos d}(n \sin d + c),$$

en désignant par Æ l'ascension droite de l'étoile observée; t l'heure du passage en temps de la pendule; a l'avance de la pendule $= a_0 + \frac{da}{dt}(t - t_0)$; m l'angle horaire du plan perpendiculaire à l'axe de rotation, compté positivement du sud vers l'est; n l'angle du pôle nord avec le même plan, compté positivement lorsque le côté nord de ce plan dévie à l'est; c la collimation de l'axe optique (*) supposée positive lorsque la lunette étant dans la position *directe* et dirigée vers le sud, le côté sud de l'axe optique dévie vers l'est; d la déclinaison de l'étoile observée.

» Les signes supérieur et inférieur répondent d'ailleurs au cas d'un passage supérieur ou d'un passage inférieur.

» En limitant les observations de passage faites à l'équatorial à des observations circumméridiennes, il nous suffit pour appliquer la formule (2) d'assimiler l'axe de déclinaison à l'axe de rotation d'une lunette méridienne.

» Soient alors h l'angle horaire lu et δh la correction inconnue à ajouter à h pour obtenir l'angle horaire vrai, correction provenant de l'erreur de l'index du cercle horaire; d'après la signification de m on aura

$$(3) \qquad m = -(h + \delta h).$$

» Soit η l'angle que fait le côté nord de l'axe horaire avec le côté nord du méridien, positif lorsque l'axe horaire dévie à l'est; i l'angle formé dans la position *directe* par le côté nord de l'axe horaire avec le côté nord du plan perpendiculaire à l'axe de déclinaison, positif lorsque ce plan dévie à l'est de l'axe horaire. L'axe de déclinaison étant par hypothèse peu éloigné d'être horizontal, les angles η et i seront sensiblement dans un même plan,

(*) En faisant abstraction de l'aberration diurne des étoiles équatoriales que l'on combine ordinairement avec la collimation.

et l'on aura très-approximativement

(4) $$n = \eta + i.$$

» Posons d'ailleurs

(5) $$u = t - h,$$

nous déduirons de la formule (2), en ayant égard aux relations précédentes,

$$-(\eta \sin d + i \sin d + c) \pm \cos d . \delta h = \pm \cos d (u - Æ - a).$$

Cette équation est relative aux observations circumméridiennes faites dans la position *directe*. Pour en tirer l'équation relative à la position *inverse*, il suffit de remarquer qu'en faisant décrire à l'instrument 180 degrés autour de l'axe horaire, l'angle η reste le même, tandis que les signes des angles i et c sont seuls changés. Pour distinguer d'ailleurs les quantités variables relatives à la position *inverse*, nous ajouterons l'accent ' aux lettres qui les représentent, et nous aurons

$$-(\eta \sin d - i \sin d - c) \pm \cos d . \delta h = \pm \cos d (u' - Æ - a').$$

En combinant cette équation avec la précédente par voie d'addition et de soustraction, et si l'on pose d'ailleurs

(6) $$\delta h = \varkappa - k,$$

(7) $$\left\{ \begin{array}{l} x = \pm \cos d \left\{ \dfrac{u' - u}{2} - \dfrac{a' - a}{2} \right\} \\ y = \pm \cos d \left\{ \dfrac{u' + u}{2} - \dfrac{a' + a}{2} + k - Æ \right\}, \end{array} \right.$$

on obtient aisément

(8) $$\left\{ \begin{array}{r} c + i \sin d = x, \\ \pm \varkappa \cos d - \eta \sin d = y. \end{array} \right.$$

La quantité k est une arbitraire dont on pourra toujours disposer, de manière à réduire la valeur de y à un très-petit nombre de secondes, et $\varkappa$ une nouvelle inconnue.

» Pour déterminer, à l'aide des équations (8), les quatre inconnues c, i, $\varkappa$ et η, il est nécessaire d'écrire au moins deux autres équations pareilles, fournies par les observations circumméridiennes d'une autre étoile. Bien que nous ne nous proposions pas de tirer les inconnues du nombre d'équations

strictement nécessaire, nous donnons néanmoins la solution qui se rapporte à ce cas, dans le but de fixer les observateurs sur le choix des étoiles. Nous ne pouvons les reproduire ici.

» En appliquant aux équations (8) la méthode de résolution proposée par M. Cauchy, on parvient finalement à des restes $\Delta^2 x$ et $\Delta^2 y$, qui donnent la mesure des erreurs commises dans la détermination des quantités u et u' ou dans les ascensions droites observées. Désignant ces erreurs par $\delta Æ$, on aura

$$(9) \quad \left\{ \begin{array}{ll} \text{Position } \textit{directe}. \ldots & \pm \cos d \,.\, \delta Æ = \Delta^2 y - \Delta^2 x, \\ \text{Position } \textit{inverse}. \ldots & \pm \cos d \,.\, \delta Æ = \Delta^2 y + \Delta^2 x. \end{array} \right.$$

» Nous devons faire remarquer que ces quantités dépendent des erreurs d'observation de passage et des erreurs de lecture des angles horaires; or ces dernières sont généralement assez fortes, à cause du faible diamètre que l'on donne aux cercles horaires.

» Il nous reste, avant de passer aux applications numériques de nos formules, à préciser l'axe optique de la lunette d'un équatorial. Cet instrument étant destiné à recevoir plusieurs micromètres, et non pas une plaque micrométrique fixe comme la lunette méridienne, il convient d'obtenir une collimation qui ne soit pas spéciale à un micromètre donné. A cet effet, on choisit pour axe optique la droite qui joint le centre optique de l'objectif et le centre du cercle intercepté dans le plan focal principal, par le coulant auquel s'adaptent tous les micromètres.

» Voici comment ont été faites les observations circumméridiennes. Ayant réglé un micromètre de position sur le mouvement diurne, on a donné au fil mobile une position suffisamment excentrique entre le bord par lequel entrent les étoiles et le centre du champ. L'instrument étant calé d'ailleurs en ascension droite, on a observé le passage à ce fil et renversé immédiatement le micromètre de 180 degrés, de manière à observer un second passage au même fil, mais dans la région du champ où sortent les étoiles; la moyenne des deux passages observés est le passage par le centre du champ : lecture a ensuite été faite de l'angle horaire aux deux verniers. Nous devons ajouter qu'on a toujours eu la précaution d'éviter de caler en déclinaison, attendu que l'interposition de la tringle employée à cet usage aurait eu pour résultat de produire une légère déviation en ascension droite, qui eût pu n'être pas constante.

» Afin d'éliminer les effets variables de la réfraction et de la flexion sur les passages, on a eu le soin, autant que possible, de faire plusieurs observations à des distances à peu près égales deux à deux de part et d'autre du méridien, et cela tant dans la position *inverse* que dans la position *directe*.

» Dans la formation des équations de condition (8), on a employé les moyennes des résultats obtenus, avant et après les passages au méridien. La formation de ces équations étant la chose la plus facile, nous nous bornerons à les présenter ici en y joignant les résultats auxquels donne lieu leur résolution.

» Voici d'abord ce que nous déduisons d'observations faites le 29 septembre dernier, en prenant $k = +18^s,0$:

NOM DES ÉTOILES.	$x = c + \sin d.i$	$\Delta^2 x$	$y = \cos d.\varkappa - \sin d.\eta$	$\Delta^2 y$	$\cos d.\delta Æ$ Pos. dir.	$\cos d.\delta Æ$ Pos. inv.
	s	s	s	s	s	s
β Aigle........	$-1,74 = c + 0,105\, i$	$+0,67$	$-1,10 = +0,994\,\varkappa - 0,105\,\eta$	$+0,29$	$-0,38$	$+0,96$
γ Poissons......	$-2,84 = c + 0,043\, i$	$-0,51$	$-0,73 = +0,991\,\varkappa - 0,043\,\eta$	$+0,69$	$+1,20$	$+0,18$
γ Céphée.......	$-3,19 = c + 0,974\, i$	$+0,18$	$+0,22 = +0,228\,\varkappa - 0,974\,\eta$	$+0,02$	$-0,16$	$+0,20$
Polaire.........	$-3,58 = c + 1,000\, i$	$-0,19$	$+0,48 = +0,026\,\varkappa - 1,000\,\eta$	$-0,02$	$+0,17$	$-0,21$
γ Baleine.......	$-2,51 = c + 0,046\, i$	$-0,17$	$-2,41 = +0,999\,\varkappa - 0,046\,\eta$	$-0,98$	$-0,81$	$-1,15$

d'où

$$c = -2^s,31;\quad i = -1^s,10;\quad \varkappa = -1^s,46;\quad \eta = -0^s,54;\quad \text{et}\quad \delta h = -19^s,46.$$

» Toutes ces erreurs, à l'exception de δh, sont assez faibles pour un équatorial ; la quantité δh, qui se combine ordinairement avec l'état de la pendule, n'a aucune influence. Disons d'ailleurs que l'index du cercle horaire ayant été dérangé pour faciliter l'achèvement de certains travaux, il n'y a pas lieu de s'occuper de l'erreur actuelle δh ni de celle qui figure plus loin.

» Voici maintenant ce que nous fournit une série du 27 octobre, en prenant $k = -20^s,0$:

NOM DES ÉTOILES.	$x = c + \sin d.i$	$\Delta^2 x$	$y = \cos d.\varkappa - \sin d.\eta$	$\Delta^2 y$	$\cos d.\delta Æ$ Pos. dir.	$\cos d.\delta Æ$ Pos. inv.
	s	s	s	s	s	s
γ Dragon.......	$-1,01 = c + 0,783\, i$	$+0,78$	$+1,01 = +0,622\,\varkappa - 0,783\,\eta$	$+0,15$	$-0,63$	$+0,93$
α Lyre........	$-2,75 = c + 0,625\, i$	$-0,85$	$+0,46 = +0,781\,\varkappa - 0,625\,\eta$	$-0,48$	$+0,37$	$-1,33$
ζ Aigle.........	$-2,71 = c + 0,236\, i$	$-0,57$	$+1,49 = +0,972\,\varkappa - 0,236\,\eta$	$+0,55$	$+1,12$	$-0,02$
δ Aigle.........	$-2,70 = c + 0,049\, i$	$-0,44$	$+0,14 = +0,999\,\varkappa - 0,049\,\eta$	$-0,75$	$-0,31$	$-1,19$
β Céphée.......	$-1,61 = c + 0,939\, i$	$+0,07$	$+1,01 = +0,343\,\varkappa - 0,939\,\eta$	$+0,33$	$+0,26$	$+0,40$
Fomalhaut......	$-1,61 = c - 0,506\, i$	$+1,01$	$+0,76 = +0,863\,\varkappa + 0,506\,\eta$	$+0,21$	$-0,80$	$+1,22$

d'où

$$c = -2^s,29;\ i = +0^s,64;\ \varkappa = +0^s,87;\ \eta = -0^s,41;\ \text{et}\ \delta h = +20^s,87.$$

» La comparaison de ces nombres avec les précédents montre que les erreurs c et η n'ont pas sensiblement varié ; l'erreur i aurait varié de $1^s,6$: ce qui ne doit pas étonner, attendu la faible longueur de l'axe de déclinaison et le peu de garantie de stabilité que semble offrir la disposition des pièces de l'axe horaire.

» Les erreurs $\cos d.\delta Æ$ relatives aux deux positions de l'instrument sont minimes, si l'on se souvient que les angles horaires sont lus avec des verniers qui donnent seulement les 2 secondes.

» Ce qui vient d'être exposé montre que notre instrument présente, quant à la position des axes, une stabilité qu'on n'aurait osé espérer, et qui suffit aux usages ordinaires d'un équatorial.

» Actuellement nous allons examiner le nouvel équatorial au point de vue de sa stabilité pendant la durée des observations.

» En considérant d'abord les différences d'ascension droite, il est visible qu'on peut redouter deux effets distincts : un mouvement oscillatoire autour de l'axe horaire et un mouvement lent autour du même axe. L'influence du premier s'éliminerait de la moyenne d'un certain nombre des comparaisons ; il n'en serait pas de même du second : ainsi la concordance de plusieurs comparaisons consécutives ne suffirait pas pour prouver leur exactitude. Les causes qui peuvent produire les mouvements lents agiraient sensiblement de même dans des positions voisines de la lunette, tandis qu'elles produiraient probablement des effets contraires dans des positions de la lunette symétriques par rapport au méridien. Il importe donc, pour étudier ces effets, de faire des comparaisons d'étoiles peu éloignées en déclinaison, par des angles horaires très-différents ; et si les résultats concordent, il y aura une très-grande probabilité en faveur de leur exactitude. On aura d'ailleurs pour contrôle la valeur de ces mêmes différences obtenues à l'aide de la lunette méridienne, ou, à défaut de celles-ci, les indications des bons catalogues d'étoiles.

» Quant aux déclinaisons, pour se convaincre que le procédé à l'aide duquel on a fixé la lunette en déclinaison, ne laisse guère à désirer au point de vue de la stabilité, il suffit de jeter un coup d'œil sur le tableau suivant :

NOVEMBRE 2.			NOVEMBRE 3.								
17 et 27 Taureau.			252 et 270 B.A.C. Poissons.			17 et η Taureau.			17 et 27 Taureau.		
Angle hor.	Δ Æ	Δ D	Angle hor.	Δ Æ	Δ D	Angle hor.	Δ Æ	Δ D	Angle hor.	Δ Æ	Δ D
h m	m s	′ ″	h m	m s	′ ″	h m	m s	′ ″	h m	m s	′ ″
18.33	+4.16,53	−2.51,7	20. 2	+2.59,87	»	18.44	+2.35,70	−0.3,2	18.44	+4.16,27	−2.52,5
18.50	16,07	52,3	20.10	60,00	»	18.52	36,10	2,2	18.52	16,77	53,4
19. 7	16,60	»	20.16	59,27	−0.25,2	0.19	35,97	2,5	0.19	16,57	52,8
			20.21	60,00	25,5	0.26	35,97	»	0.26	16,40	52,6
			2.11	59,63	25,7	1.33	36,07	2,7	1.33	16,33	53,1
			2.16	59,93	24,7	1.40	35,83	2,3	1.40	16,23	»
			3.53	59,53	25,1						
			4. 0	59,73	»						
Moyennes	+4.16,40	−2.52,0		+2.59,74	−0.25,2		+2.35,94	− 2,6		+4.16,43	−2.52,9
Par B.A.C.	16,49	50,5		59,91	26,9		36,01	2,3		16,49	50,5
Différences	− 0,09	− 1,5		− 0,17	+ 1,7		− 0,07	− 0,3		− 0,06	− 2,4

» Ce tableau contient un extrait des comparaisons d'étoiles, faites en ascension et en déclinaison.

» Les angles horaires indiquent la position dans laquelle les comparaisons ont été faites; les différences en ascensions droites résultent de passages observés à trois fils distants d'environ 8 secondes à l'équateur; les différences de déclinaison résultent de 5 à 10 pointés pour chaque étoile. L'état du ciel n'ayant pas permis de déterminer ces différences aux instruments méridiens, nous avons été obligé d'emprunter leurs valeurs à l'excellent Catalogue de l'Association britannique pour l'avancement des Sciences; mais la concordance des résultats obtenus, le 3 novembre, dans des positions très-diverses, aurait pu nous dispenser de recourir à ce catalogue.

» Nous espérons d'ailleurs augmenter la précision des différences en ascension droite, en ayant recours au procédé dont il a déjà été question.

» En examinant attentivement nos résultats, on se convaincra aisément que les moyennes de six à huit comparaisons présenteraient l'exactitude des comparaisons obtenues dans la plupart des observatoires.

» L'examen auquel nous venons de nous livrer ne doit pas être considéré comme complet. De nouvelles observations sont sans doute nécessaires pour fixer définitivement les idées sur le mérite de l'instrument de M. Secretan; mais notre travail avait principalement pour but d'indiquer

en temps utile aux astronomes, le degré de précision des observations que nous avons été obligé de faire à l'aide de cet instrument.

» La Note de M. Yvon Villarceau se termine par une évaluation des erreurs commises dans la mesure des différences d'ascension droite lorsque l'on néglige les erreurs instrumentales; la petitesse actuelle des erreurs de notre nouvel équatorial permet d'en négliger l'effet ailleurs que dans le voisinage presque immédiat du pôle de l'équateur. »

M. le Secrétaire perpétuel met sous les yeux de l'Académie un opuscule intitulé : *Le problème des forêts au double point de vue physique et social.* L'auteur, **M. Ramon de la Sagra**, Correspondant de l'Académie, a joint à son envoi la Lettre suivante :

« J'ai l'honneur de faire hommage à l'Académie de quelques exemplaires des réflexions que m'a suggérées la discussion sur les forêts, qui a eu lieu, il y a quelques mois, au sein de la Société impériale d'Agriculture. J'ai voulu attirer l'attention vers l'avenir et surtout vers une plus sage exploitation de la surface de notre planète. »

RAPPORTS.

CHIMIE. — *Rapport sur un Mémoire de* **M. Bouquet**, *intitulé :* Étude chimique des eaux minérales et thermales de Vichy, Cusset, Vaisse, Hauterive et Saint-Yorre; analyses des eaux minérales de Brugheas, Médague, Châteldon et Seuillet.

(Commissaires, MM. Thenard, Chevreul, Balard, Dufrénoy, de Senarmont, rapporteur.)

« Le Mémoire dont nous avons l'honneur de rendre compte à l'Académie comprend des études sur tout un ensemble de sources minérales, qui ont entre elles certains rapports de gisement, d'origine et de composition, ou au moins des relations de voisinage.

» La plupart se groupent, comme autant d'épanchements secondaires, autour des eaux thermales de Vichy, centre naturel où l'éruption gazeuse et liquide paraît plus directe, jaillit plus abondante et probablement moins dénaturée dans ses propriétés originelles.

» Nous n'avons pas besoin d'insister devant l'Académie sur l'importance de pareils travaux : ils intéressent presque au même degré la géologie, la chimie et la médecine. Les sources thermales sont, en effet, pour le géologue une manifestation de la création minérale incessante dans les profondeurs du globe, une émanation révélatrice des matériaux élaborés dans ses foyers inaccessibles ; elles viennent apporter aux méditations du médecin, de précieux agents, dont il a su jusqu'ici diriger empiriquement les effets, sans les expliquer, quelquefois même en renonçant à les comprendre ; elles offrent enfin au chimiste les plus difficiles problèmes de l'analyse et de la synthèse, puisqu'il s'agit de porter la lumière dans un chaos d'éléments divers, d'y saisir certains principes en quantité presque impondérable, et qu'enfin l'œuvre sera complète le jour seulement où l'on parviendra, à coup sûr, à reconstituer de toutes pièces ce qu'on aurait d'abord parfaitement décomposé.

» L'étude chimique des eaux minérales est encore loin, sans doute, de cette perfection idéale ; elle est cependant, à des points de vue très-divers, fort utile à la science, pourvu qu'on sache en apprécier sans illusion les résultats provisoires, et qu'on n'attribue pas aux expériences de laboratoire une infaillibilité que sont trop tentés de leur prêter ceux-là surtout qui les ont le moins pratiquées.

» Les mécomptes du passé doivent pourtant rendre circonspect pour l'avenir. Tous les perfectionnements des méthodes analytiques sont venus révéler quelques principes jusqu'alors inaperçus, des agents énergiques, longtemps méconnus, se sont trouvés répandus dans la plupart des sources actives, pour en découvrir d'autres il ne faudrait sans doute que des recherches spéciales et surtout des réactifs assez sensibles ; de sorte que chaque progrès dans l'histoire des eaux minérales a été un démenti infligé, dans le passé, aux doctrines chimiques trop hâtées sur leurs vertus médicinales.

» Les recherches sur les eaux minérales exigent donc non-seulement une pratique habile des méthodes les plus délicates, mais, avant tout, un sage esprit de critique, capable d'en discuter les résultats, d'apprécier avec justesse, et d'avouer avec franchise, jusqu'où vont, mais où s'arrêtent les ressources de l'analyse ; un jugement sûr, en un mot, qui sache faire à chaque expérience sa part de certitude.

» Aucune de ces qualités ne manque au travail dont nous rendons

compte en ce moment; l'Académie s'en convaincra par le résumé rapide que nous allons lui présenter.

» Dans une courte introduction, l'auteur jette un coup d'œil sur la constitution du sol des environs de Vichy, et sur ses rapports avec les sources qui lui sont subordonnées. Il fait connaître l'état ancien et l'état actuel de ces sources, et en décrit seize, naturellement jaillissantes, ou ramenées par la sonde, qui feront l'objet de son travail.

» Le premier chapitre traite des produits gazeux et de leur analyse. Tant que la disposition des lieux n'y a pas mis obstacle, les gaz qui se dégagent spontanément ont été recueillis sur les sources mêmes; et presque partout, malgré la délicatesse des procédés de dosage, on a trouvé l'acide carbonique pur, sans azote ni oxygène. Sur quelques sources seulement il renfermait des traces d'acide sulfhydrique, dont la proportion n'a jamais atteint, en volume, la dix millième partie du mélange.

» Nous devons pourtant dire qu'à Vichy ce gaz existe réellement, en quantité infiniment plus petite encore, dans toutes les sources sans exception; il n'en est pas une qui n'incruste de sulfure les tuyaux en plomb, et ne noircisse, au bout de quelques semaines, une pièce d'argent plongée au plus fort du bouillon. Ce fait avait été constaté par le D[r] Prunelle et était connu d'un de vos Commissaires.

» A l'analyse des gaz succède celle des principes minéralisateurs fixes. Après avoir discuté les méthodes usitées généralement, M. Bouquet développe celle qu'il a adoptée. Il sépare, avec raison, le dosage des substances qui se rencontrent en quantité notable, et celui des principes dont on ne peut découvrir la présence que par des recherches toutes spéciales. Nous ne le suivrons pas dans cet exposé; nous lui laisserons même la responsabilité des faits que nous énonçons après lui; pour les garantir tous, il nous eût fallu refaire son œuvre tout entière : disons seulement qu'aucune des ressources de l'analyse chimique ne lui est étrangère, et que le choix judicieux des méthodes, que les détails de toute nature donnés sur leur emploi, doivent inspirer pleine confiance dans l'exactitude de l'opérateur.

» Ces procédés ont été appliqués à l'analyse complète des seize sources du bassin de Vichy. On rencontre, dans chacune d'elles, et souvent en proportion presque égale, les mêmes principes minéralisateurs; ces principes sont au nombre de quinze; l'auteur a fait, pour en découvrir plusieurs autres, des recherches spéciales, et il n'a admis ou rejeté l'existence de chacun d'eux qu'après des épreuves multipliées.

» Il reconnaît positivement dans ces sources, outre des matières indéterminées de nature organique, la soude et la potasse, la strontiane, la chaux et la magnésie, les protoxydes de fer et de manganèse, la silice, les acides carbonique, chlorhydrique, sulfurique, phosphorique et arsénique; ce dernier, d'autant plus abondant que les eaux sont plus ferrugineuses, et se concentrant en quantité considérable dans leurs dépôts. Il y signale l'acide borique, avec toutes les réserves que commande une simple épreuve qualitative; mais après des essais infructueux, dont les résultats ne lui paraissent pas moins justifiés que les précédents, il n'hésite pas à avouer son impuissance à découvrir le brome, l'iode, le fluor, l'alumine et la lithine : aveu méritoire dans sa sincérité, et presque courageux, aujourd'hui qu'on paraît se résigner difficilement à enregistrer un résultat négatif, et que l'aphorisme naguère fameux, *tout est dans tout*, semble quelque peu le parti pris de certaines recherches analytiques.

» Ce chapitre se termine par des tableaux qui résument, sous forme synoptique, les analyses des seize sources du bassin de Vichy, et mettent en regard la composition des cinq autres sources, de Brugheas, de Médague, de Châteldon, de Seuillet, qui toutes surgissent vers les limites du bassin, et s'éloignent déjà, à divers degrés, de la nature des premières.

» Les acides et les bases sont d'abord inscrits dans ces tableaux séparément, tels que les donnent les méthodes de séparation. Cette forme n'a pas besoin d'être justifiée, et doit au moins précéder toute autre traduction des résultats analytiques : c'est la seule qui ressorte immédiatement des données expérimentales, et la seule qui rende directement comparables les résultats obtenus par des opérateurs différents. Les groupements salins que chacun imagine ensuite entre les éléments divers primitivement confondus dans une même dissolution, ne sont la plupart du temps que des créations plus ou moins arbitraires de la fantaisie du calculateur; aucun principe général ne peut, en effet, venir en aide à une divination trop souvent illusoire; et les clartés partielles que des aperçus lumineux ont, depuis Berthollet, jetées çà et là sur ces écueils de la science, ont peut-être rendu plus sensible encore l'obscurité qui continue à régner sur le plus grand nombre.

» M. Bouquet ajoute à l'analyse des eaux, et comme confirmation des résultats déjà obtenus, l'examen de quatorze échantillons de concrétions, de dépôts boueux ou cristallins produits par les sources. Ces matières, formées dans des conditions variées, où certains principes ont dû se concentrer, n'en renferment pas d'autres que les eaux elles-mêmes, et leur composition devient ainsi un utile contrôle de l'exactitude des premières déterminations.

» A cet examen se rattachent enfin diverses analyses comparatives, propres à mettre en évidence le genre d'altération que plusieurs des eaux de Vichy, convenablement choisies pour servir d'exemples, ont éprouvée par leur exposition à l'air. On les voit se dépouiller ainsi progressivement de quelques-uns de leurs principes minéralisateurs, et rien ne pouvait, mieux que ces analyses, faire comprendre les différences d'effet des eaux prises sur place et des eaux transportées.

» Arrivé à ce point, M. Bouquet reproduit, dans une revue bibliographique instructive et très-complète, tous les résultats analytiques obtenus par ses prédécesseurs. Il n'oublie pas la part de découvertes qui revient à chacun d'eux, discute leurs dosages, fait ressortir les similitudes, ou cherche la raison des dissemblances. Ces dernières sont en général peu considérables; elles lui paraissent d'ailleurs suffisamment expliquées par les perfectionnements successifs des méthodes analytiques, de sorte que, depuis plus d'un quart de siècle, la composition des eaux n'aurait pas sensiblement changé dans ses principes dominants; cette restriction est nécessaire, car l'auteur lui-même n'attribue pas à toutes les substances dissoutes une même origine, et la structure de certaines concrétions, par zones plus ou moins ferrugineuses, ferait, à défaut d'analyses, soupçonner quelques changements à longue période pendant la formation lente de ces dépôts.

» Si l'on compare entre elles les analyses des différentes sources de Vichy, on est frappé d'une identité presque complète, difficilement explicable si elles n'avaient toutes une commune origine. Quelques principes s'y trouvent, il est vrai, en proportion en même temps minime et variable, mais ils semblent empruntés, au moins partiellement, aux terrains que les eaux traversent dans leur parcours souterrain ; tels seraient, par exemple, le fer et les acides arsénique et sulfurique, qui se suivent tous trois en quantité croissante ou décroissante, et pourraient, ainsi que l'acide sulfhydrique (1), provenir du mispickel disséminé dans les porphyres ; telles seraient

(1) Il ne faudrait pas se hâter de prononcer que la matière organique dissoute dans les eaux thermales doit dans tous les cas y transformer les sulfates en sulfures, décomposables ensuite par l'acide carbonique, avec dégagement de gaz sulfhydrique.

Une pareille supposition explique mal la répartition de ce gaz, très-inégale dans des sources également riches en sulfates et en substances organiques.

A en juger d'ailleurs par quelques expériences, propres à l'un des Commissaires, une certaine chaleur accompagnée de pression, dans une atmosphère d'acide carbonique, paraîtrait peu favorable à ces réactions, et capable plutôt d'arrêter l'espèce de réduction putride qui se développe rapidement sous d'autres influences.

encore la silice, la chaux, la magnésie, et surtout la potasse, cédées par les détritus feldspathiques répandus dans les marnes et les argiles tertiaires. A l'appui de cette manière de voir, M. Bouquet rapporte quatre analyses de marnes ou d'argiles recueillies dans un puits foré, à diverses profondeurs : toutes abandonnent à l'eau bouillante une certaine quantité de matières solubles, où la potasse entre au moins pour un tiers.

» Après avoir résumé dans ce dernier chapitre les résultats généraux de ses analyses, M. Bouquet se demande jusqu'à quel point elles peuvent contribuer à éclairer la thérapeutique.

» Comment justifier les propriétés spéciales des différentes sources, malgré leur teneur presque égale en bicarbonate de soude, si c'est là essentiellement leur principe actif ? Faudra-t-il, parce que ce sel domine partout, en faire l'agent médicinal par excellence? et croira-t-on, au contraire, l'arsenic à faible dose absolument inerte dans des eaux spécifiques, surtout contre les affections des organes sur lesquels, pris à haute dose, il localise précisément et exerce de préférence son action toxique ? Osera-t-on affirmer que l'acide borique, que la strontiane, dont les vertus médicinales sont à peu près ignorées, ont un rôle absolument passif ? Comment enfin fixer la part que chacun des éléments de cette association complexe prend à l'effet général, ne fût-ce que comme véhicule éliminateur ?

» Ces questions, la chimie peut les poser, mais elle n'a pas encore appris à les résoudre ; elle s'arrête jusqu'à présent devant les mystères de l'organisme, et ne s'arroge pas, comme on l'a fait trop souvent, le droit d'y supposer sans preuves les réactions ordinaires du laboratoire.

» Pour rappeler, en effet, quelques-unes de ces anomalies si longtemps méconnues, ne voit-on pas se transformer, dans les voies digestives, le carbonate d'ammoniaque en acide azotique, et des tartrates, à réactions acides, en carbonates, à réactions alcalines.

» M. Bouquet se borne à ces exemples; il aurait pu en trouver d'autres non moins concluants, dans les beaux travaux de notre confrère M. Bernard. Mais nous devons nous arrêter nous-même dans cette discussion que nous interdit notre incompétence; nous ajouterons seulement qu'il convenait à l'auteur d'un travail purement chimique sur les eaux minérales de marquer la portée véritable des expériences analytiques, de les préserver à l'avance des interprétations et des corollaires hasardés, de poser, en un mot, les bornes que la chimie ne doit pas prématurément tenter de franchir.

» Le Mémoire dont l'Académie vient d'entendre l'analyse est une véri-

table histoire chimique du bassin hydrologique de Vichy, appuyée sur tous les documents qu'on est aujourd'hui en droit de demander à la science. Plus de soixante-dix analyses complètes ou déterminations analytiques spéciales, toutes dirigées vers un même but, en sont les pièces justificatives; et pour mener à fin une œuvre aussi considérable, il n'a pas fallu moins de deux années d'un labeur assidu.

» Déjà les eaux des Pyrénées ont donné lieu à un travail du même genre dont l'Académie n'a pas perdu le souvenir; et il serait à souhaiter que chacun de nos principaux groupes de sources minérales devînt ainsi à son tour l'objet d'une étude approfondie. L'utilité individuelle de ces intéressantes monographies s'accroîtrait encore de toute leur valeur d'ensemble, et sans doute on verrait naître de leur comparaison des rapprochements inattendus.

» Les recherches de M. Bouquet sont un chapitre capital de ce désirable inventaire de nos richesses nationales; l'Académie ne saurait trop encourager de pareils travaux, fruits d'une très-rare persévérance, et en lui proposant d'abord de voter l'insertion du Mémoire de M. Bouquet dans le *Recueil des Savants étrangers*, nous demanderons, en outre, qu'il soit renvoyé à la Commission des prix de Médecine et de Chirurgie.

» Nous croyons, en effet, que cette Commission appréciera, comme nous, de consciencieuses études sur l'un des agents les plus actifs de la thérapeutique. L'expérience médicale doit trouver d'utiles enseignements et de nouveaux problèmes offerts à ses doutes et à ses investigations dans cet ensemble d'analyses comparatives qui montrent partout, et presque en pareilles proportions, les principes supposés des propriétés caractéristiques de quelques sources, qui font connaître la dose d'arsenic propre à chacune d'elles, y déterminent la quantité de strontiane, et paraissent retrancher plusieurs principes énergiques à la liste de leurs principes minéralisateurs. »

L'Académie approuve la proposition relative à l'impression du Mémoire de M. Bouquet dans le *Recueil des Savants étrangers*.

Le renvoi au concours Montyon étant de droit du moment où la Commission le demande, l'Académie n'a pas à voter sur ce point. Le Mémoire, accompagné du Rapport qui le juge au point de vue chimique, sera renvoyé à la Commission chargée de décerner les prix de Médecine et de Chirurgie de la fondation *Montyon*.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

TOXICOLOGIE. — *Acide cyanhydrique retrouvé dans un cadavre humain, trois semaines après la mort.* (Extrait d'une Note de M. Brame.)

(Commissaires, MM. Peligot, Bernard.)

« Un jeune homme de Tours s'étant empoisonné volontairement avec de l'acide cyanhydrique médicinal au douzième, dont il paraît avoir avalé environ vingt-cinq grammes, je fus appelé comme expert, trois semaines après l'inhumation, afin de rechercher s'il était possible de déceler l'acide cyanhydrique dans le cadavre. Je suis parvenu à reconnaître et à doser une quantité notable de ce poison, qui s'était maintenu dans l'estomac. Additionné d'azotate d'argent neutre et pur, il s'y est formé en abondance un précipité floconneux et jaunâtre, qui, bien lavé et séché dans le vide pneumatique, et chauffé ensuite quelques instants au bain-marie, a pris une couleur grisâtre. Ce précipité était soluble dans l'ammoniaque et le cyanure de potassium. Décomposé à chaud par le potassium, il a formé du cyanure de potassium, avec lequel il a été facile d'obtenir de l'acide cyanhydrique et du bleu de Prusse. Délayé dans l'eau et soumis à l'action d'un courant d'acide sulfhydrique, il a donné lieu à une solution claire et limpide d'acide sulfhydrique, lorsqu'on eut séparé par le filtre le sulfure d'argent formé. Au moyen de l'acide chlorhydrique, on a pu en obtenir de l'acide cyanhydrique, d'une odeur très-forte, et dont la vapeur, reçue dans une solution de nitrate d'argent, l'a précipité en blanc; le précipité était soluble dans l'ammoniaque. Le précipité primitif, chauffé à la lampe, dans un tube étroit fermé à un bout, a donné de l'acide cyanhydrique et quelques gouttelettes d'eau, etc. Ce même précipité, chauffé doucement avec de la potasse caustique, n'a donné lieu à aucun dégagement d'ammoniaque.

» L'acide cyanhydrique avait donc persisté dans l'estomac trois semaines après l'inhumation. Il ne paraît pas y avoir contracté de combinaison chimique. Il y était en quantité assez considérable, car j'ai pu recueillir environ $0^{gr},60$ de cyanure d'argent; soit à peu près $0^{gr},120$ d'acide cyanhydrique. »

CHIMIE APPLIQUÉE. — *Description du féculomètre, appareil destiné à faire connaître la proportion d'eau contenue dans des fécules vertes ou humides, employées par diverses industries.* (Extrait d'une Note de **M. N. Bloch.**)

(Commissaires, MM. Pelouze, Balard.)

« L'importance que la fécule a acquise dans la fabrication des glucoses, dans la fabrication des gommes, dans la préparation des apprêts et des couleurs, nous a engagé, dit l'auteur, à rechercher un moyen convenable pour évaluer sa richesse réelle. Cette question a déjà été souvent débattue par les fabricants de glucoses, et spécialement par ceux qui emploient la fécule humide, dite *fécule verte*. Dans cette fabrication, où les produits sont vérifiés par la Régie, on a remarqué souvent des pertes et des excédants qu'on ne s'expliquait pas. La loi porte que 100 kilogrammes de fécule sèche ou 150 kilogrammes de fécule verte doivent produire 100 kilogrammes de glucose. Or il existe entre la fécule sèche et la fécule verte toute la série d'hydratation intermédiaire de 10 à 50 pour 100. Évidemment, une fécule donnera plus ou moins de glucose suivant qu'à poids égal elle contiendra moins ou plus d'eau. Les fabricants d'indiennes, de leur côté, trouvent des inconvénients à obtenir des apprêts tantôt plus épais qu'il ne convient, et tantôt moins, et tous inévitables tant qu'ils n'ont pas un moyen facile de connaître la richesse de la fécule qu'ils emploient. Pour arriver à connaître cette richesse, on peut procéder : 1° par la dessiccation directe; 2° par la prise de la densité; 3° par la méthode des liqueurs titrées; 4° par la mesure du volume qu'occupe un poids constant de fécule arrivée à son maximum d'hydratation. Nous ne pouvions pas offrir les trois premiers modes, par la raison que tous trois exigent des pesées délicates et des soins trop minutieux pour des personnes n'ayant pas souvent l'habitude des manipulations précises. Nous nous sommes surtout attaché au dernier mode, vu la facilité de l'opération, et ensuite parce que l'indication du titre est directe. Voici sur quel principe repose l'instrument que nous nommerons *féculomètre :*

» La fécule, en se combinant à l'eau jusqu'à son maximum d'hydratation, forme un hydrate défini qui occupe un volume toujours constant. Dans six expériences, 10 grammes de fécule agitée dans un tube gradué avec un excès d'eau ont toujours occupé un volume égal à 14,857 centimètres cubes, quoiqu'on ait laissé reposer les uns six heures, les autres vingt-quatre heures, et les autres quarante-huit heures. Une fécule moitié

moins riche que la précédente occupera donc la moitié de ce volume, lorsqu'on en gonfle 10 grammes dans l'eau.

» Partant de cette idée, il ne s'agissait plus que de graduer un tube, y délayer un poids donné de fécule et mesurer le volume qu'elle occupe après un repos. Le volume indique alors la quantité proportionnelle de fécule réelle. Pour arriver à ce résultat, la marche naturelle était de prendre de la fécule à son maximum de pureté, d'en délayer un poids donné dans un excès *d'eau distillée,* l'abandonner et mesurer le volume après son repos. Le volume indiqué serait le volume d'une fécule pure et sèche.

» Cette opération, quoique simple en apparence, présentait des difficultés : et d'abord fallait-il prendre pour type la fécule desséchée à 140 degrés dans le vide, ou celle qui a été desséchée à 160 degrés dans un courant d'air sec et à la pression atmosphérique? La fécule dans cet état n'est pas maniable dans l'air, elle absorbe l'humidité avec une grande avidité. De plus, cette fécule gonflée dans l'eau occupe un volume tout différent du volume qu'elle aurait occupé si on l'avait gonflée sans la dessécher. Ainsi une fécule dont nous avons gonflé 10 grammes dans l'eau d'un côté sans la dessécher, et dont nous avons desséché 10 grammes d'un autre côté dans le tube gradué même, puis gonflé, nous a donné les résultats suivants : Celle qui avait été desséchée occupait 15,466 centimètres cubes, et celle qui n'avait pas été desséchée occupait 14,857 centimètres cubes. »

Nous ne pouvons suivre l'auteur dans le détail de l'opération au moyen de laquelle il se procure la fécule type nécessaire pour la graduation de son appareil ; qu'il nous suffise de dire qu'il y est parvenu de manière à avoir de bons résultats toujours identiques.

Toutes les difficultés n'étaient pourtant pas encore surmontées : on voulait obtenir un appareil pratique, et, par conséquent, il fallait tenir compte des circonstances dans lesquelles est placé le fabricant. On avait constaté le volume au maximum d'hydratation en employant de l'eau distillée ; mais c'est d'eau commune que se servira habituellement le fabricant ; le gonflement dans les deux cas sera-t-il le même? C'était un point à examiner. Or, à l'épreuve, il a été reconnu que le volume diffère suivant la nature des liquides employés.

Ainsi 100 grammes de fécule normale occupent en centimètres cubes, quand ils sont humectés par :

Alcool du commerce distillé	141	04
Alcool du commerce ordinaire	147	»
Eau distillée	166	95

Eau du puits artésien de Grenelle (Paris), *contenant* 0,143 *de sel par litre*	170	51
Eau de la Marne	174	79
Éther du commerce	174	83
Sulfide carbonique	174	83
Acide acétique du commerce	174	83
Eaux généralement potables	175	67
Eau distillée, *contenant* 0,5 *de chlorure iodique par litre*	175	67
Eau du canal de l'Ourcq, *contenant* 0,590 *de sel par litre*	175	67
Eau d'Arcueil, *contenant* 0,527 *de sel par litre*	175	67
Eau de la Seine, *contenant* 0,432 *de sel par litre*	175	67
Eau de la Bièvre, *contenant* 1,190 *de sel par litre*	177	95
Eau des puits de Paris	180	»
Dissolution de chlorure iodique, *non saturée*	185	70
Dissolution de sulfate iodique, *non saturée*	187	53
Dissolution de chlorure calcique, *non saturée*	197	41
Dissolution de chlorure iodique, *saturée à* + 15°	197	94

On voit par là que plus l'eau contient des sels en dissolution, plus le volume de la fécule gonflée est grand ; et par conséquent si l'on ne tient pas compte de cette condition, l'essai donnera des résultats faux, et l'auteur en cite plusieurs exemples que, connaissant la cause de l'irrégularité, il était facile d'y remédier ; en effet, il suffisait de remplacer l'eau distillée par l'eau ordinaire dans les expériences de graduation : il restait pourtant à examiner si les différences qui existent dans la composition des eaux potables devaient être, dans ce genre d'essais, causes de différences dont il fût indispensable de tenir compte.

« Nous avons, dit l'auteur, opéré sur les eaux suivantes avec une fécule à 82,7 et une autre à 84,5 pour 100. Essayées à l'appareil de dessiccation, ces fécules ont marqué au tube avec :

	TITRES.	84,5	82,7
Eaux potables.	Eau normale	85,5	82,7
	Eau du canal de l'Ourcq	84,5	82,7
	Eau de la Seine	84,5	82,7
	Eau de la Marne	84,4	82,5
	Eau de plusieurs puits d'eau potable	84,4	82,5
Eaux impotables.	Eau du puits artésien de Grenelle	82,0	80,0
	Eau de la Bièvre	85,5	83,5
	Eau des puits de Paris	89,0	86,5

» Nous pouvons donc pour la suite employer en toute confiance l'eau

potable de puits et de rivière, ou la liqueur titrée composée d'eau distillée tenant en dissolution $0^d,5$ de chlorure iodique par litre.

» Ces expériences faites, nous pouvons décrire l'instrument, et indiquer la manière de le graduer.

» L'instrument consiste en deux tubes de verre de diamètres différents et soudés ensemble. La partie inférieure destinée à mesurer le volume de la fécule est d'un diamètre d'environ 13 millimètres sur 150 de long, il est fermé d'un côté : c'est lui qui est gradué. La partie supérieure soudée après le tube gradué est d'un diamètre de 30 millimètres sur 180 millimètres de long, il est bouché à l'émeri. Une note écrite, qui y est fixée à demeure, rappelle que la quantité à essayer doit être du poids de 5 grammes, et que l'eau à employer est de l'eau ordinaire.

» Pour graduer le tube, nous nous sommes servi d'une fécule pure et sèche dont nous avons pesé simultanément 10 grammes que nous avons gonflés dans l'*eau ordinaire*, et 10 grammes que nous avons desséchés dans l'appareil à dessiccation décrit. Cette fécule contenait 8,457 de fécule et 1,543 d'eau; elle occupait un volume égal à 14,847 centimètres cubes, gonflée dans l'eau ordinaire. Nous avons calculé, d'après ces données, le volume occupé par 10 grammes de fécule pure et normale par l'équation suivante :

$$8^{gr},457 : 14^{cc},857 :: 10^{gr} : x$$

$$x = \frac{14,857 \times 10}{8,457} = 17^{cc},567.$$

» Ce volume obtenu, nous l'avons fait diviser en 100 parties égales, de sorte que la simple lecture sur le tube suffit pour indiquer le titre. En effet, une fécule qui contient 100 pour 100 marquera 100; une fécule ne contenant que la moitié marquera 50 divisions, c'est-à-dire 50 pour 100, et ainsi de suite.

» Pour faire l'essai sur 5 grammes, nous avons fait diviser en 100 parties égales la moitié de la capacité de 17,567, c'est-à-dire 8,7835.

» Pour faire un essai, on pèse aussi exactement que possible 10 grammes de fécule, soit sèche, soit verte, ou plutôt le poids de fécule indiqué sur le féculomètre qu'on emploie; on les introduit dans le tube, on agite avec l'eau ordinaire potable, après avoir remis le bouchon pour ne rien perdre.

» Lorsque toute la fécule est délayée, on enlève le bouchon et l'on fait couler quelques gouttes d'eau le long des parois, afin d'enlever les quelques granules qui y restent attachées. Cette opération dure de quatre à cinq

minutes. On abandonne alors au repos jusqu'à ce que la fécule ne se meuve plus en renversant le tube. Plus une fécule est saine ou de bonne qualité, plus vite elle se dépose; la meilleure exige une heure, la plus mauvaise exige six heures. L'opération doit être faite à 15 degrés (en été il suffit le plus souvent de plonger le tube dans un vase rempli d'eau). Après le repos complet on lit le nombre de divisions occupées par la fécule : cette lecture indique le titre de la fécule en centièmes, c'est-à-dire que si le chiffre 75 est indiqué, les 100 kilogrammes de cette fécule contiennent 75 kilogrammes de fécule réelle et 25 kilogrammes d'eau. Une fécule sèche du commerce, bonne qualité, doit marquer 82 au minimum et 84 au maximum pour 100. Pour la fécule humide il existe tous les degrés. La fécule humide égouttée le plus possible, c'est-à-dire lorsqu'elle ne coule plus ni ne se soude plus, contient 50,1 pour 100 de fécule normale ou 59,64 pour 100 de fécule sèche de commerce à 84 centièmes. C'est ordinairement dans cet état qu'on la retire des bachots pour l'exposer sur le plâtre. »

MÉDECINE. — *De l'intoxication arsenicale des marais, proposée comme devant anéantir le miasme paludéen; par* **M. H. Martinet.**

(Commissaires, MM. Pelouze, Payen, Rayer.)

« Les fâcheux effets produits sur l'organisation humaine par les effluves des marais, sont, dit l'auteur, trop généralement connus pour qu'il soit nécessaire d'insister sur la nécessité de combattre cette cause si générale d'insalubrité; le desséchement des marais est le premier moyen qui se présente à l'esprit. Mais ce desséchement est souvent impossible, et quand il est praticable il ne s'obtient point sans qu'il en coûte beaucoup d'argent, sans qu'il faille se résigner à sacrifier beaucoup de vie. N'y aurait-il donc pas quelque autre moyen d'arriver au même résultat? Ne serait-il pas possible d'annihiler directement les miasmes paludéens? Je répondrai hardiment par l'affirmative, et je dirai ce qui m'a mis sur la voie.

» M'occupant, il y a un an, de recherches sur la cause des maladies épidémiques, je lus l'observation suivante du Dr Stokes : « Dans la Cornouaille, les fièvres décimaient les populations; une fonderie fut établie » et les fièvres disparurent. Le grillage des minerais jetait dans l'atmosphère » des vapeurs arsenicales qui tuaient les miasmes. » Plus tard, M. Bury fit voir que les ouvriers qui travaillaient le cuivre étaient préservés du choléra, et que les habitations voisines des fonderies étaient pareillement épargnées; or le cuivre est souvent arsenical, de sorte que l'arsenic n'était proba-

blement pas étranger à l'effet produit. L'arsenic est aujourd'hui employé avec succès dans le traitement des fièvres paludéennes; mais pourquoi attendre que le mal soit développé pour le combattre? Pourquoi ne pas détruire d'avance le miasme? Il faut l'annihiler sur place, non pas en établissant des fonderies, mais en empoisonnant les marais avec des tonnes d'arsenic. »

L'auteur présente ensuite les motifs qui le portent à supposer que les exhalaisons des marais produisent leurs terribles effets, non point en raison de leur composition chimique, mais comme étant les véhicules d'êtres organisés microscopiques qui conservent la vie même après avoir pénétré dans les organes respiratoires, et ce sont ces êtres contre lesquels il veut diriger l'action intoxicatrice de l'arsenic.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Nouvelle formule pour la résolution des équations algébriques;* par **M. Voizot.**

(Commissaires, MM. Cauchy, Binet.)

MÉDECINE. — *Réflexions sur le choléra asiatique;* par **M. Voizot.**

(Renvoi à l'examen de la Section de Médecine et Chirurgie.)

M. Cadet envoie, de Rome, une addition à ses précédentes communications sur les fausses membranes contenues dans les déjections cholériques et sur les entozoaires qu'il y a observés.

Son troisième envoi comprend non-seulement de nouveaux dessins, mais encore des pièces pathologiques faciles à détériorer et qui ne se conserveraient probablement pas jusqu'au moment où elles pourraient être examinées par la Commission du legs *Bréant,* dont le travail sera nécessairement fort long. A raison de cette circonstance, l'Académie renvoie à l'examen d'une Commission spéciale, composée de MM. Duméril, Milne Edwards et Bernard, les trois Notes de M. Cadet ainsi que les dessins et les pièces qui s'y rattachent.

M. Heurteloup adresse une Note destinée à compléter une précédente communication concernant son *procédé d'extraction immédiate des fragments des calculs vésicaux.*

(Renvoi à la Commission nommée, qui se compose de MM. Serres, Rayer et Velpeau.)

M. **Marchal** adresse, de Rome, une Note accompagnée de dessins et se rattachant, de même que d'autres dessins reçus par l'Académie dans l'avant-dernière séance, à un Mémoire antérieur relatif à la *navigation aérienne*.

(Renvoi à l'examen des Commissaires déjà nommés, MM. Piobert, Morin, Seguier.)

M. **Nascio** envoie, de Messine, une nouvelle Note relative aux communications qu'il a faites à plusieurs reprises sur des *éphémérides luni-solaires*.

Cette Note est renvoyée, comme l'avaient été les deux précédentes, à M. Faye, qui examinera s'il y a lieu de revenir sur le jugement déjà porté relativement à l'ensemble de ce travail qui n'avait pas paru de nature à devenir l'objet d'un Rapport.

M. **Cabanes** communique de nouvelles observations sur les bons effets obtenus de l'emploi du *goudron* contre la *maladie de la vigne*. Il ajoute avoir réussi à guérir des grappes déjà atteintes en les plongeant dans un bain d'*eau de savon*.

(Commission des maladies des végétaux.)

M. **Gavelles** adresse une Lettre relative également à de précédentes communications qu'il avait faites sur la *maladie de la vigne*.

M. **Schemel** annonce avoir trouvé, dans le cours de ses recherches relatives à un nouveau projectile de guerre, un moyen de conserver le *phosphore* sans altération, à l'air libre et à la lumière; il offre, dans le cas où cette découverte semblerait avoir quelque intérêt pour la science ou pour l'industrie, à faire connaître son procédé.

MM. Pelouze et Bernard sont invités à se mettre en communication avec l'auteur de la proposition et de voir s'il y a lieu à y donner suite.

M. **Arnaud** avait précédemment adressé de Nancy une Note sur la *conservation des céréales* au moyen d'un système particulier de *silos*, Note qui n'avait pu être renvoyée à l'examen d'une Commission en vertu d'une décision déjà ancienne concernant les ouvrages imprimés; il demande aujourd'hui que son travail, dont le Conseil général du département de la Meurthe a reconnu l'importance, soit admis à concourir pour un des prix que décerne l'Académie.

La Notice précédemment adressée par M. Arnaud sera soumise au jugement de la Commission chargée de décerner le prix fondé par M. de Montyon, pour récompenser les inventions qui peuvent influer sur la santé publique.

CORRESPONDANCE.

PHYSIQUE APPLIQUÉE. — *Note lue par* M. **Biot** *en présentant un ouvrage de* M. Martin de Brettes.

« M. le capitaine d'artillerie *Martin de Brettes,* inspecteur des études à l'École Polytechnique, m'a prié de présenter en son nom à l'Académie, un ouvrage de sa composition ayant pour titre : *Études sur les appareils électromagnétiques destinés aux expériences de l'artillerie.* Comme cet ouvrage, sous son titre modeste, est le résultat de méditations longtemps suivies avec persévérance, soit dans le calme des établissements militaires, soit dans la vie active des camps; et, qu'à ses vues personnelles, l'auteur a joint une discussion approfondie de toutes les tentatives déjà faites sur le même sujet tant à l'étranger qu'en France, j'ai pensé que l'Académie trouverait quelque intérêt à connaître, comment il a compris et exécuté cette transition difficile des spéculations physiques aux applications.

» Il commence naturellement par décrire les appareils électromoteurs : ceux qui servent à développer ce que l'on appelle les *courants électriques.* Il spécifie, d'après l'expérience, les propriétés observables de ces courants, leur rapide transmissibilité, leurs actions entre eux et sur les corps aimantés ou aptes à le devenir; les dispositions les plus efficaces pour accroître leur énergie; les procédés par lesquels on peut la constater, la rendre sensiblement constante, longtemps durable, et la faire agir dans cet état par intermittences, dont la rapidité de succession n'est limitée que par l'intervalle de temps très-petit, mais non pas insensible, que le magnétisme emploie à se développer ou à s'éteindre dans les corps conducteurs, sous l'impression d'un contact opéré ou supprimé instantanément. Tout cela est exposé avec concision, mais clairement, exactement, dans les termes usités par les physiciens; sans discussion ni garantie de leurs doctrines, et comme autant de faits acquis.

» Ces préparatifs étant établis, l'auteur passe aux applications qu'on en a faites, ou qu'on en peut faire, pour résoudre expérimentalement une foule de questions qui intéressent l'artillerie : par exemple, mesurer la vitesse *initiale* d'un projectile tiré sous un angle quelconque; celle qu'il a en un point

quelconque de sa trajectoire; les maxima de vitesses des éclats d'obus et des balles qui y seraient renfermées, soit que l'explosion se fasse à l'état de mouvement ou de repos. Tous les procédés imaginés pour ces applications se résument dans cet énoncé général : Des effets mécaniques instantanés, qui se succèdent à des intervalles de temps très-courts, sont, aux moments où ils se produisent, reportés par l'électricité à un appareil qui s'en impressionne, et sur lequel ces intervalles de temps se trouvent transformés en intervalles graphiques, dont la grandeur, devenue appréciable, sert à les mesurer. L'auteur fait connaître en détail ceux de ces procédés qui ont été imaginés ou employés pour des recherches de ce genre, par les physiciens en Angleterre et en France; ceux aussi qui ont été appliqués en grand à des expériences d'artillerie dans plusieurs autres pays de l'Europe, la Russie, la Prusse, la Belgique, où elles ont été entreprises et exécutées sous le patronage des gouvernements. Il ne décrit pas seulement les appareils qui ont servi à ces nouvelles et importantes études de Balistique; il en discute les détails, signale leurs défauts, leurs avantages, et expose les modifications, qu'à son avis, on pourrait utilement y apporter pour rendre leurs indications plus sûres ou plus précises. Ces propositions de perfectionnements, faites par un esprit pratique, à la suite d'un examen attentif et comparé de tout ce qui a été imaginé ou réalisé précédemment, devront être prises en grande considération quand on organisera de pareils travaux.

» La lecture de l'ouvrage du capitaine Martin y sera un excellent préparatif. C'est dans cette voie, et sous cette forme, que les spéculations des sciences peuvent être fructueusement introduites dans les opérations des armes savantes. Des militaires, s'appropriant, et y transportant ainsi leurs découvertes, ce sont des auxiliaires dont l'Académie accueillera toujours les efforts avec faveur. »

M. Regnault donne communication de la Lettre suivante qui lui a été adressée par *M. Magnus*, de Berlin :

« Au retour d'un voyage, je viens de lire dans les *Comptes rendus* les résultats de vos intéressantes recherches sur les forces élastiques des vapeurs. Je vous félicite d'avoir fini ce travail aussi long que pénible. Si vous vous souvenez encore que lorsque vous m'écrivîtes que vous aviez commencé vos recherches, je m'occupais du même sujet, vous jugerez de l'intérêt que je prends pour les beaux résultats que vous venez d'obtenir. Je crois pourtant que vous faites tort aux physiciens en disant (*Comptes rendus*, t. XXXIX, p. 397) : *On peut dire que la loi de Dalton a été admise de con-*

fiance parce qu'elle... Les physiciens n'ont pas cru nécessaire de la vérifier par des expériences directes. Car, dans une Note : *Ueber das Sieden von Gemischen zweier Flussigkeiten und über das Stossen solcher Gemische,* que j'ai publiée dans les *Annales de Poggendorff,* t. XXXVIII, p. 481, qui date de l'année 1836, j'ai prouvé que la loi de Dalton n'est point applicable aux mélanges des vapeurs dont les liquides se dissolvent mutuellement.

» J'ai démontré dans cette Note que la force élastique des vapeurs d'un mélange d'alcool et d'éther est non-seulement moindre que la somme des forces élastiques des deux vapeurs isolées, mais encore moindre que celle de l'éther; et que la force élastique du mélange diminue à mesure que dans le liquide la quantité d'alcool devient plus considérable, jusqu'à ce que la force élastique devienne presque égale à celle des vapeurs d'alcool isolées. En général, la tension des vapeurs d'un mélange de deux liquides qui se dissolvent mutuellement dépend du rapport dans lequel les deux liquides se trouvent dans ce mélange.

» La Note contient aussi des expériences qui se rapportent aux mélanges de liquides qui n'exercent pas d'action dissolvante l'un sur l'autre. Si l'on fait bouillir ces mélanges sous la pression atmosphérique, j'ai trouvé que la température des liquides est un peu plus élevée que celle que prendrait le liquide le plus volatil s'il bouillait isolément sous la même pression. Mais la température des vapeurs de ces mélanges est encore plus basse que celle-ci. Dans un mélange d'essence de térébenthine récemment rectifiée et d'eau qui bouillait sous une pression de $749^{mm},6$, le thermomètre marquait dans le liquide 102 degrés centigrades, et dans les vapeurs $94°,5$ centigrades. Dans un mélange de sulfure de carbone et d'eau qui bouillait sous la pression de $752^{mm},2$, le thermomètre dans le liquide marquait 47 degrés centigrades, et dans les vapeurs $43°,5$.

» Vous n'avez pas fait mention de cette différence des températures du liquide et des vapeurs. Elle est cependant une conséquence nécessaire de la loi de Dalton, qui probablement ne vous a pas échappé.

» Tous ces faits, excepté le dernier, sont en concordance complète avec les beaux résultats de vos recherches. Ils sont publiés depuis dix-huit ans. Je les ai expliqués annuellement dans mes cours, et on les trouve dans mes Traités allemands, entre autres dans le *Traité de Chimie* de Gmelin. Je suis cependant persuadé que vous n'en avez pas pris connaissance, car autrement vous en auriez parlé. Vous m'obligeriez pourtant en communiquant cette Lettre à votre Académie, et en la faisant insérer dans les *Comptes rendus.* »

M. **Regnault** présente les observations suivantes à l'occasion de la Lettre de *M. Magnus* :

« Dans l'exposé très-succinct de mes expériences sur les forces élastiques des vapeurs, que j'ai fait imprimer dans les *Comptes rendus*, je n'ai pas cité les expériences de M. Magnus, parce que je ne les connaissais pas. Le temps ne m'ayant pas permis de rédiger mon Mémoire complet sur ce sujet, je n'ai pas fait les recherches bibliographiques qui me seront nécessaires pour écrire l'historique de la question, et qui m'auraient infailliblement fait trouver le Mémoire de cet habile physicien. »

M. **le Secrétaire perpétuel**, que l'Académie, dans sa séance du 31 juillet, avait chargé de faire connaître à *M. Dulong*, fils du célèbre physicien, la part qu'elle prenait à l'accident qui l'avait frappé sur le chemin de fer d'Orsay, donne lecture d'une Lettre dans laquelle M. Dulong exprime toute sa reconnaissance :

« Après trois mois de cruelles souffrances, l'état de ma santé, dit M. Dulong, me permet enfin de répondre, et je n'oublierai jamais la vive mais bienfaisante émotion que m'a fait éprouver, sur mon lit de douleur, la lecture de la Lettre que vous m'avez fait l'honneur de m'écrire au nom de l'Académie, Lettre dictée par un sentiment aussi généreux que spontané. Cet hommage rendu à la mémoire de mon père, seize années après sa mort, par ses anciens confrères, est pour moi et pour les miens d'un haut prix, et ce n'est pas seulement en mon nom, mais au nom de toute la famille Dulong, que je viens remercier l'Académie. »

M. **Velpeau**, qui a donné des soins à M. Dulong à la suite du grave accident, déclare que la satisfaction qu'a causée au malade ce témoignage des sympathies de l'Académie a très-certainement contribué à relever ses forces dans le moment où ses jours étaient le plus menacés.

L'Académie royale des Sciences de Berlin remercie l'Académie pour l'envoi d'une nouvelle série des *Comptes rendus hebdomadaires* et adresse un volume de ses *Mémoires* pour l'année 1853.

M. **Malgaigne** prie l'Académie de vouloir bien le comprendre dans le nombre des candidats pour la place vacante dans la Section de Médecine et Chirurgie, par suite du décès de *M. Lallemand*.

(Renvoi à la Section de Médecine et Chirurgie.)

M. le contre-amiral **Mathieu** prie l'Académie de vouloir bien le comprendre dans le nombre des candidats dont elle examinera les titres quand elle aura à faire sa présentation pour la place vacante au Bureau des Longitudes par suite du décès de M. l'amiral *Baudin*.

Cette Lettre, dans laquelle M. le contre-amiral Mathieu expose les titres sur lesquels il fonde sa demande, sera réservée pour être renvoyée à la Commission compétente quand M. le Ministre de la Marine aura mis l'Académie en demeure de faire sa présentation de candidats.

CHIMIE APPLIQUÉE. — *Production de l'alcool au moyen de la cellulose. Réclamation de priorité adressée par* **M. Tribouillet** *à l'occasion d'une communication récente de* M. Arnould. (Extrait.)

« J'ai la conviction que si depuis trente-cinq ans la belle découverte de M. Braconnot n'a pas reçu d'application industrielle, c'est que la quantité d'acide sulfurique concentré qu'il est nécessaire d'employer, rendait l'opération onéreuse ou peu avantageuse, malgré le prix parfois élevé de l'alcool.

» Cela m'a fait naître l'idée d'utiliser cet acide, qui reste en quantité presque égale à celle employée, et qui conserve presque toute sa puissance primitive, quoique mélangé d'eau, de dextrine ou de glucose, et combiné à un peu de matière organique qui forme un acide que M. Braconnot a nommé végéto-sulfurique. J'emploie tout ce mélange pour la décomposition du savon calcaire, tel qu'on l'obtient pour la fabrication des bougies, c'est-à-dire des acides gras. Ceux-ci viennent à la surface, et le sulfate de chaux, très-peu soluble, se précipite; enfin, l'eau sucrée se sépare, et on la fait fermenter par les moyens ordinaires, puis on distille pour en obtenir de l'alcool.

» Il y a un an, j'ai pris des brevets en France et à l'étranger pour cet ensemble de fabrication, et je joins à cette Lettre une copie desdits brevets. Je me crois donc en droit de réclamer la priorité pour l'application industrielle de la découverte de M. Braconnot, en utilisant l'acide qui a opéré la désagrégation de la cellulose. »

M. Pelouze, qui avait présenté la Note de M. Arnould, reconnaît la légitimité de la réclamation qui, d'ailleurs, ne pouvait être prévue, M. Tribouillet n'ayant point fait connaître les résultats de ses recherches dans les publications périodiques consacrées aux travaux de ce genre.

M. Richard annonce qu'il a envoyé à l'Académie de Médecine l'échan-

tillon d'une potion qu'il a employée avec succès dans un grand nombre de cas de *choléra*, et une Note relative aux effets produits par cette potion. Il demande en conséquence à être compris dans le nombre des candidats pour le prix du legs *Bréant*.

L'Académie des Sciences ne peut considérer des écrits présentés à d'autres Académies comme des titres d'admission aux concours pour les prix qu'elle décerne. Il ne peut donc être donné suite à la demande de M. Richard.

M. Marbot prie l'Académie de vouloir bien lui faire savoir si elle a reçu un opuscule sur le *choléra* qu'il lui avait adressé.

L'opuscule a été reçu et l'accusé de réception envoyé.

M. Sorbier, qui avait précédemment sollicité l'intervention de l'Académie pour obtenir de la graine du ver à soie du ricin, lui adresse aujourd'hui ses remercîments, et émet le vœu d'obtenir quelques instructions propres à le diriger dans l'éducation de ces insectes.

(Renvoi à M. Milne Edwards, qui, à la demande de l'Académie, avait envoyé à l'auteur de la Lettre une certaine quantité de graine provenant des éducations faites au Muséum d'Histoire naturelle.)

M. Lance (Antoine) insiste de nouveau sur l'utilité d'un appareil qu'il a imaginé, et qui aurait, suivant lui, pour effet de ménager la santé des ouvriers obligés d'exécuter des travaux sous l'eau. Il espère que l'Académie voudra bien mettre à sa disposition une certaine somme d'argent nécessaire pour la construction de son appareil.

Cette demande ne peut être prise en considération.

A cinq heures, l'Académie se forme en comité secret.

La séance est levée à 5 heures et demie. F.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu, dans la séance du 6 novembre 1854, les ouvrages dont voici les titres :

Journal de Chimie médicale, de Pharmacie, de Toxicologie, et Revue des nouvelles scientifiques, nationales et étrangères, publié sous la direction de M. A. Chevalier; novembre 1854; in-8°.

Journal des Connaissances médicales pratiques et de Pharmacologie; n° 3; 30 octobre 1854; in-8°.

La Presse Littéraire. Echo de la Littérature, des Sciences et des Arts; 3e année; 2e série; 31e livraison; 5 novembre 1854; in-8°.

Revue de Thérapeutique médico-chirurgicale; par M. A. MARTIN-LAUZER; n° 21; 1er novembre 1854; in-8°.

Revue thérapeutique du Midi; publiée par M. le Dr LOUIS SAUREL; n° 8; 2 octobre 1854; in-8°.

Memorial... *Mémorial des Ingénieurs;* 9e année; n° 9; septembre 1854; in-8°.

Gazette des Hôpitaux civils et militaires; nos 129 et 130; 31 octobre et 4 novembre 1854.

Gazette hebdomadaire de Médecine et de Chirurgie; n° 57; 3 novembre 1854.

Gazette médicale de Paris; n° 44; 3 novembre 1854.

L'Abeille médicale; n° 31; 5 novembre 1854.

La Lumière. Revue de la photographie; 4e année; n° 44; 4 novembre 1854.

La Presse médicale; n° 44; 4 novembre 1854.

L'Athenæum français. Revue universelle de la Littérature, de la Science et des Beaux-Arts; 3e année; n° 44; 4 novembre 1854.

L'Ingénieur, Journal scientifique et administratif; 39e livraison; 1er novembre 1854.

Le Moniteur des Hôpitaux; rédigé par M. H. DE CASTELNAU; nos 130 et 131; 31 octobre et 4 novembre 1854.

L'Académie a reçu, dans la séance du 13 novembre 1854, les ouvrages dont voici les titres :

Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des Sciences; 2e semestre, 1854; n° 19; in-4°.

Le Problème des Forêts au double point de vue physique et social; par M. RAMON DE LA SAGRA; broch. in-8°.

Physiologie élémentaire de l'Homme; par M. J.-L. BRACHET; 2e édition. Paris-Lyon, 1855; 2 vol. in-8°.

Traité de la Syphilis des nouveau-nés et des enfants à la mamelle; par M. P. DIDAY. Paris, 1854; 1 vol. in-8°.

Etudes sur les appareils électro-magnétiques destinés aux expériences de l'artillerie en Angleterre, en Russie, en France, en Prusse, en Belgique, en Suède, etc.; par M. MARTIN DE BRETTES. Paris, 1854; 1 vol. in-8°.

Traité de Gymnastique raisonnée au point de vue orthopédique, hygiénique et médical; ou Cours d'exercices appropriés à l'éducation physique des deux sexes, et applicables à tous les âges, etc.; par M. CH. HEISER. Paris, 1854; in-8°.

Le Matériel agricole, ou Description et examen des instruments, des machines, etc.; par M. AUGUSTE JOURDIER. Paris, 1855; 1 vol. in-12.

Recherches sur les vers à soie sauvages et domestiques. Troisième article, par M. GUÉRIN-MÉNEVILLE; broch. in-8°.

Bulletin de l'Académie impériale de Médecine, rédigé sous la direction de MM. F. DUBOIS (d'Amiens) et GIBERT; tome XX; n° 2; 31 octobre 1854; in-8°.

Bulletin de la Société médicale des hôpitaux de Paris; 2e série; n° 11; in-8°.

Société impériale et centrale d'Agriculture. Bulletin des séances, compte rendu mensuel, rédigé par M. PAYEN, secrétaire perpétuel; 2e série; tome IX; n° 8; in-8°.

Annales de la Propagation de la Foi; novembre 1854; in-8°.

Cosmos. Revue encyclopédique hebdomadaire des progrès des Sciences, fondée par M. B.-R. DE MONFORT, *rédigée par* M. l'abbé MOIGNO; titre et tables du tome III; in-8°.

Journal de Pharmacie et de Chimie; novembre 1854; in-8°.

Journal des Connaissances médicales pratiques et de pharmacologie; n° 4; 10 novembre 1854; in-8°.

L'Agriculteur praticien. Revue de l'agriculture française et étrangère; n° 3; in-8°.

Nouveau journal des Connaissances utiles; publié sous la direction de M. JOSEPH GARNIER; 2e année; n° 7; 10 novembre 1854; in-8°.

Nouvelles Annales de Mathématiques, journal des candidats aux écoles Polytechnique et Normale; rédigé par MM. TERQUEM et GERONO; novembre 1854; in-8°.

Répertoire de Pharmacie; novembre 1854; in-8°.

Flora... *Flore du Tyrol méridional; par* M. F. AMBROSI; tome I; 1re partie. Padoue, 1854; in-8. (Renvoyé à l'examen de M. TULASNE pour un Rapport verbal.)

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES FAITES A L'OBSERVATOIRE DE PARIS. — OCTOBRE 1854.

JOURS du MOIS.	9 HEURES DU MATIN. Temps vrai. BAROM. à 0°.	THERM. extér. fixe et corrigé.	THERMOMÈTRE tournant.	MIDI. Temps vrai. BAROM. à 0°.	THERM. extér. fixe et corrigé.	THERMOMÈTRE tournant.	3 HEURES DU SOIR. Temps vrai. BAROM. à 0°.	THERM. extér. fixe et corrigé.	THERMOMÈTRE tournant.	9 HEURES DU SOIR. Temps vrai. BAROM. à 0°.	THERM. extér. fixe et corrigé.	THERMOMÈTRE tournant.	THERMOMÈTRE. MAXIMA	MINIMA	ÉTAT DU CIEL A MIDI.	VENTS A MIDI.
1	762,99	(1) 16,7	12,8	762,35	19,3	19,2	761,61	20,1	20,4	761,49	13,2	12,5	20,7	8,8	Beau	E.
2	759,85	15,0	12,4	758,57	17,3	17,8	756,57	20,6	20,3	755,52	15,3	15,2	21,4	6,8	Beau	S. E.
3	753,22	18,5	17,7	753,23	20,7	20,3	753,09	19,8	19,5	755,29	14,8	14,7	21,5	14,2	Quelq. nuages à l'Est; Beau.	O. N. O.
4	755,46	15,6	15,1	754,48	17,9	17,9	753,96	16,3	16,4	754,21	16,1	16,4	19,1	13,4	Couvert,	O.
5	752,95	17,7	16,5	752,78	19,7	19,7	751,21	19,0	*18,2	750,52	(2) 17,6	18,2	20,9	15,1	Couv.; quelq. éclaircies	O. N. O. fort.
6	747,96	16,6	16,8	747,31	20,9	20,4	745,12	22,2	21,6	746,23	16,5	16,3	23,0	15,6	Couvert	S. O. fort.
7	750,36	18,7	18,9	751,72	20,3	20,1	753,00	16,3	16,5	755,89	12,0	12,1	21,7	14,5	Nuageux	S. O.
8	757,51	14,2	13,7	756,55	19,6	20,0	754,79	22,1	22,0	752,91	(3) 16,3	17,0	22,3	10,2	Beau	E.
9	751,13	17,9	18,6	751,63	19,2	*19,0	751,20	17,7	17,8	753,87	13,5	*13,4	22,1	11,9	Pluie	S. S. E.
10	758,95	17,5	16,8	759,73	17,2	17,0	759,70	18,4	18,3	762,03	12,1	12,6	22,1	12,8	Très-nuageux	N. N. O.
11	761,24	16,5	16,5	760,84	17,0	16,2	760,90	15,9	15,6	764,28	11,5	11,6	20,6	12,4	Couvert	N. N. O.
12	766,87	11,7	12,0	766,57	13,8	13,8	766,23	13,9	13,8	767,15	9,3	9,6	16,0	7,8	Nuageux	N. O. fort.
13	765,84	8,5	9,1	766,04	11,6	11,5	765,28	11,1	11,4	765,08	8,9	8,8	13,4	6,2	Se couvre	N. N. E.
14	765,43	9,2	9,3	764,98	12,7	12,7	763,65	12,3	12,2	763,24	10,0	9,7	13,5	7,4	Couvert; nomb. éclaircies.	N.
15	761,04	9,6	9,5	760,40	12,0	12,0	759,47	13,2	13,2	759,81	7,6	7,2	13,4	9,6	Très-nuageux	N.
16	758,39	9,5	9,4	756,55	11,2	11,0	754,33	11,6	11,5	751,42	10,9	10,8	11,7	6,7	Couvert	S. O.
17	743,88	8,6	8,4	739,79	9,5	*8,6	735,50	9,4	*9,0	734,40	7,2	*7,2	10,4	6,7	Pluie fine	E. S. E.
18	741,72	6,7	6,8	742,94	9,9	9,8	744,58	10,4	10,0	746,59	8,8	8,6	11,6	5,9	Couvert	O.
19	752,56	10,2	9,7	753,24	10,5	10,0	753,37	10,0	9,8	754,48	8,2	8,3	11,0	7,8	Couvert	O.
20	749,27	9,8	10,2	748,34	12,2	11,8	745,55	9,1	*8,5	744,23	8,8	8,7	12,0	5,5	Couvert	S. S. O.
21	746,34	8,9	8,8	747,19	11,0	*10,2	747,17	11,1	10,4	750,68	9,2	9,2	11,4	6,7	Couvert; pluie assez forte	O. N. O.
22	748,09	10,0	10,0	746,67	13,4	13,2	746,75	12,7	12,5	»	(4)	»	13,9	8,6	Couvert	S. O. fort.
23	744,27	9,6	*9,4	743,86	11,9	11,7	743,92	12,9	12,5	746,15	8,6	8,8	13,0	8,8	Couvert; éclaircies au N.	O. S. O.
24	748,98	7,8	7,8	748,10	11,5	11,4	746,91	11,2	11,1	735,46	12,1	12,0	12,5	4,8	Nuageux	S. S. O.
25	737,22	13,3	13,3	735,70	14,0	*13,7	734,93	13,9	13,8	737,75	9,8	*9,5	15,2	8,5	Couvert; pluie abondante	S. S. O.
26	752,12	8,4	8,5	752,86	11,1	10,8	753,09	10,9	10,6	756,21	6,2	6,8	11,9	5,4	Couvert; éclaircies au N.	S. O.
27	763,51	6,4	6,5	765,20	10,4	10,3	765,75	11,4	11,2	768,32	5,3	5,8	12,0	3,6	Beau	O.
28	769,19	4,6	5,0	768,23	9,7	9,8	766,71	11,7	11,8	764,85	6,5	6,7	11,8	1,5	Beau	S. E.
29	763,90	6,3	7,0	763,30	13,2	12,8	763,24	16,0	16,1	763,87	10,1	10,5	16,1	2,6	Beau	S. E.
30	764,22	10,2	10,8	763,39	15,3	15,2	762,21	18,6	18,2	762,01	9,0	10,3	18,6	5,2	Beau	S.
31	762,20	8,6	8,9	761,70	13,7	14,0	761,36	16,9	17,2	764,07	11,2	11,2	18,6	5,3	Beau	S. S. E.

(1) Le soleil donnait sur le thermomètre. — (2) Cette observation a été faite à $9^h\ 10^m$. — (3) Cette observation a été faite à $9^h\ 14^m$.)
(4) Une observation a été faite à $9^h\ 30^m$. Baromètre = $748^{mm},43$; thermomètre extérieur = $9°,6$; thermomètre tournant = $9°,8$.

Quantité d'eau de pluie recueillie pendant le mois. { Cour ..... $74^{mm},36$ / Terrasse... $66^{mm},96$ }

Nota. Les astérisques placés dans la colonne du thermom. tournant indiquent que ce thermom., qui n'est, jusqu'à nouvel ordre, qu'un thermom. d'essai, était mouillé par la pluie.

(Voir *Comptes rendus*, 1er mai 1854, page 797.)